

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AE

(11)Publication number : 11-225113

(43)Date of publication of application : 17.08.1999

(51)Int.Cl.

H04B 10/02

H04B 10/18

H04Q 7/36

H04Q 7/22

H04Q 7/24

H04Q 7/26

H04Q 7/30

(21)Application number : 10-317479

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.11.1998

(72)Inventor : IMASHIYOU YOSHIHIRO

(30)Priority

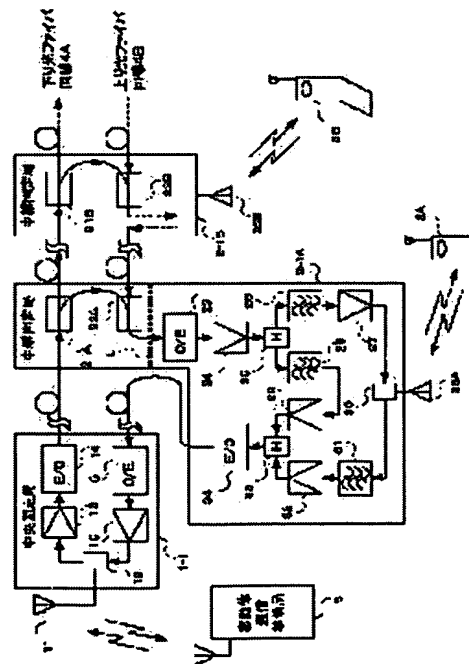
Priority number : 09320040 Priority date : 20.11.1997 Priority country : JP

## (54) OPTICAL CONVERSION RELAY AMPLIFIER SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an economical optical conversion relay amplifier system by avoiding beat noise of an incoming channel of a multi-branch and a multi-point combination optical transmission line.

**SOLUTION:** In this system, an electrooptic converter 14 of a central stationary station 1-1 converts an outgoing radio signal into an optical signal, the signal is sent through an outgoing optical fiber channel 4A, an optical branching device 22A of a relay stationary station 2-1A branches an outgoing optical signal, the signal is put together with an incoming optical signal sent from a lower-stage relay stationary station 2-1B at an optical combiner 22A, the combined signal is converted into an electric signal by a photoelectric converter 23 and as outgoing signal component in the electric signal is sent from an antenna to a portable equipment 3A. Then the incoming signal component is put together with the incoming signal sent from the portable equipment 3A and a power combine 33 and converted by an electrooptic converter into an optical signal, sent through an incoming optical fiber channel 4B, converted again into an electric signal by a photoelectric converter 1 of the central stationary station 1-1 and sent as an incoming radio signal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-225113

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H04B 10/02

H04B 9/00

M

10/18

7/26

104

A

H04Q 7/36

H04Q 7/04

A

7/22

7/24

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全31頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-317479

(22) 出願日 平成10年(1998)11月9日

(31) 優先権主張番号 特願平9-320040

(32) 優先日 平9(1997)11月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 今庄 義弘

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際

電気株式会社内

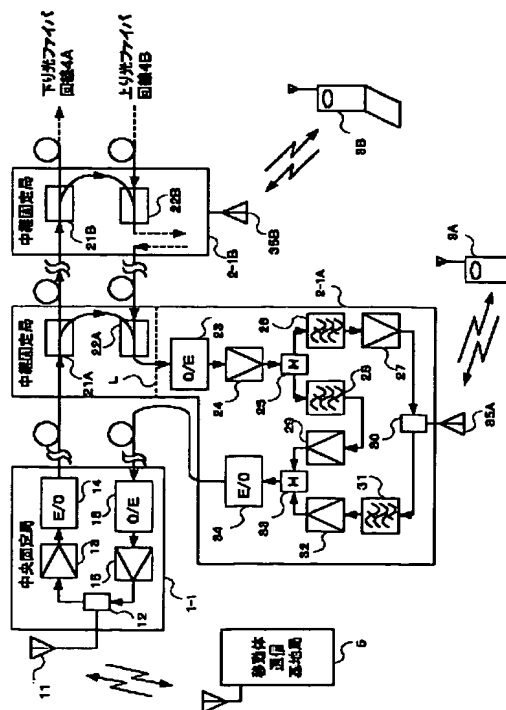
(74) 代理人 弁理士 船津 暢宏 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光変換中継増幅システム

(57) 【要約】

【課題】 多分岐・多点合成型の光伝送路の上り回線のビート雑音を回避し、かつ経済的な光変換中継増幅システムを提供する。

【解決手段】 中央固定局1-1の電気-光変換器14で下り無線信号を光信号に変換して、下り光ファイバ回線4Aで伝送し、中継固定局2-1Aの光分岐器22Aで下り光信号を分岐し、下段の中継固定局2-1Bから伝送された上り光信号と光合成器22Aで光合成し、光-電気変換器23で電気信号に変換し、電気信号中の下り信号成分はアンテナから携帯機3Aに送出し、上り信号成分は携帯機3Aから送信された上り信号と電力合成器33で電力合成した後に、電気-光変換器で光信号に変換して上り光ファイバ回線4Bで伝送し、中央固定局1-1の光-電気変換器16で再び電気信号に変換して、上り無線信号として送信する光変換中継増幅システムである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基地局との間で無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記基地局から受信した無線信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して前記基地局に送信する中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、前記携帯電話機から無線信号を受信して、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 2】 公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調し、光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換し、復調して前記公衆回線網に送信する中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、前記携帯電話機から無線信号を受信して、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 3】 基地局からの無線信号の受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記基地局から受信した無線信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換して、前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を無線呼出受信機に向けて無線送信

し、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 4】 公衆回線網との間で信号の受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

10 前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調し、光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換して、前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を無線呼出受信機に向けて無線送信し、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 5】 基地局との間で無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号と前記基地局から受信した無線信号とを合成し、前記合成した電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換し、当該電気信号から前記基地局向けの信号と前記中継固定局内における監視結果の監視信号とを分離し、前記基地局向けの信号を前記基地局に送信すると共に、前記監視信号を取得する中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内、下り電気信号を携帯電話機向けの信号と監視制御信号とに分離し、分離した携帯電話機向けの信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、分離した前記監視制御信号に基づいて監視を行い、前記監視の結果得られた監視信号と前記携帯電話機から受信した無線信号と前記変換した電気信号の内の上り電気信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 6】 公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に

設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号と前記公衆回線網から受信した信号を変調した高周波信号とを合成し、前記合成した電気信号を変調し、光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換し、当該電気信号から前記公衆回線網向けの信号と前記中継固定局内における監視結果の監視信号とを分離し、前記公衆回線網向けの信号を復調して前記公衆回線網に送信すると共に、前記監視信号を取得する中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内、下り電気信号を携帯電話機向けの信号と監視制御信号とに分離し、分離した携帯電話機向けの信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、分離した前記監視制御信号に基づいて監視を行い、前記監視の結果得られた監視信号と前記携帯電話機から受信した無線信号と前記監視制御部から出力される監視信号と、前記変換した電気信号の内の上り電気信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 7】 基地局と無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記基地局との無線信号の送受信を行うアンテナと、前記アンテナで受信した信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第 1 の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換して前記アンテナに出力する第 1 の光／電気変換器とを備える中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第 2 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第 1 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フ

ィルタを通過した無線信号とを合成する第 1 の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第 2 の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 8】 公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

10 前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を変調して高周波信号を得る高周波変調器と、該変調された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第 1 の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第 1 の光／電気変換器と、該変換された高周波の電気信号を復調して前記公衆回線網に送信する高周波復調器とを備える中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第 2 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第 1 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過した無線信号とを合成する第 1 の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第 2 の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項 9】 基地局と無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記基地局との無線信号の送受信を行うアンテナと、前記アンテナで受信した信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第 1 の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第 1 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を復調して前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する監視信号復調器とを備える中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を無線呼出受信機向けに無線送信するアンテナと、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第1の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視信号用変調器と、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項10】 公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を変調して高周波信号を得る高周波変調器と、該変調された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第1の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第1の光／電気変換器と、該変換された電気信号を復調して前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する監視信号復調器とを備える中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を無線呼出受信機向けに無線送信するアンテナと、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第1の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視信号用変調器と、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力

する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項11】 基地局と無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号を変調する監視制御信号用変調器と、前記基地局との無線信号の送受信を行うアンテナと、前記アンテナで受信した信号と前記変調された監視制御信号とを合成する第2の電力合成器と、前記合成された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第1の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第1の光／電気変換器と、前記第1の光／電気変換器で変換された電気信号を分配する第2の電力分配器と、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記基地局向けの信号のみを通過させて前記アンテナに出力する送信用上り帯域フィルタと、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記中継固定局内における監視結果の監視信号のみを通過させる監視信号用帯域フィルタと、前記監視信号用帯域フィルタを通過した信号を復調して監視信号を取得する監視信号用復調器とを備える中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、監視制御信号のみを通過させる監視制御信号用帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記監視制御信号用帯域フィルタからの信号を復調する監視制御信号用復調器と、前記監視制御信号用復調器からの監視制御信号が入力され、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第2の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視信号用変調器と、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過した無線信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイ

バ回線に出力する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項12】 公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、

前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号を変調する監視制御信号用変調器と、前記公衆回線網から受信した信号を変調して高周波信号を得る高周波変調器と、前記監視制御信号用変調器で変調された電気信号と前記高周波変調器で変調された電気信号とを合成する第2の電力合成器と、前記合成された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第1の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第1の光／電気変換器と、前記第1の光／電気変換器で変換された電気信号を分配する第2の電力分配器と、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記中継固定局内における監視結果の監視信号のみを通過させる監視信号用帯域フィルタと、前記監視信号用帯域フィルタを通過した信号を復調して監視信号を取得する監視信号用復調器と、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記公衆回線網向けの信号のみを通過させる送信用上り帯域フィルタと、前記送信用上り帯域フィルタを通過した信号を復調して前記公衆回線網に出力する高周波復調器とを備える中央固定局であり、

前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、監視制御信号のみを通過させる監視制御信号用帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記監視制御信号用帯域フィルタを通過した信号を復調する第2の復調器と、前記第2の復調器からの監視制御信号が入力され、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第2の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視制御信号用変調器と、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過し

た無線信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴とする光変換中継増幅システム。

【請求項13】 中継固定局のアンテナを漏洩同軸ケーブルとしたことを特徴とする請求項7又は請求項8又は請求項9又は請求項10又は請求項11又は請求項12記載の光変換中継増幅システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信の不感区域をカバーするための中継増幅システムとして用いられる光変換中継増幅システムに係り、特にビート雑音を回避し、且つ経済的な構成で実現できる光変換中継増幅システムに関する。

【0002】

【従来の技術】自動車電話、携帯電話システム、簡易携帯電話（PHS）システム、無線呼出システム等の公衆移動体通信システム（以下、「移動通信システム」と略称する）では、公衆回線網（PSTN、ISDN）等より上位の回線網に有線接続されている移動体通信基地局（以下、「基地局」と略称する）を備え、基地局が携帯電話機等の移動局と無線通信を行うようになっている。

【0003】基地局は、無線通信可能なエリア（カバーエリア）が、例えば自動車電話や携帯電話システムの場合で数kmから十数km程度であり、また簡易携帯電話システムの場合で数百m程度となっている。また、周波数を有効利用しつつ、より広いサービスエリアを確保するために、カバーエリアが細胞のような配置になるように基地局を配置する、いわゆるセルラー方式が採用されている。

【0004】また、電波需要の増大に伴う周波数資源の切迫に対応するため、自動車／携帯電話で使用する周波数帯として、従来の800MHz帯に次いで1.5GHz帯が新たに割り当てられ、また簡易携帯電話で使用する周波数帯としては、1.9GHz帯が割り当てられている。更に、次世代携帯電話システムに対しては、2GHz帯の割り当てが予定されるなど、移動体通信に用いる周波数の高周波化が行われている。

【0005】これらセルラー方式を採用する移動通信システムでは、普通、屋外の地上等では無線通信が良好に行えるが、基地局のカバーエリア内にあっても、トンネル、地下街、ビル地階、大規模なビルの地上階内部では、電波が到達し難くなって、何らかの補助的な手段を講じないと、これらの中に存在する移動無線端末との無線通信が行えないものである。

【0006】このような地域は、「不感区域」と称されており、不感区域は、移動通信システムに限らず、警察無線、消防無線、列車無線等の業務用無線や、テレビジ

ョン放送、ラジオ放送等、電波を用いる無線通信に一般的に現れるものである。

【0007】これら不感区域における無線通信を可能にするための補助的な手段として、中継増幅装置と呼ばれる装置が用いられるのが普通である。すなわち基地局

(放送等においては放送局)との間で良好な無線通信が行える地点に第1のアンテナを配置し、また、不感区域に第2のアンテナを配置して、第1のアンテナに到来した高周波信号を増幅し、不感区域に配置した第2のアンテナに有線にて伝送し、第2のアンテナを介して当該増幅した高周波信号を放射するものである。

【0008】このようにすることで、基地局から移動局への下り回線の通信を確保するとともに、移動局から基地局への上り回線の通信も、移動局が放射する高周波信号を第2のアンテナでとらえて増幅し、第1のアンテナに有線にて伝送して、第1のアンテナを介して増幅した高周波信号を放射して、基地局に送信出力することで、不感区域における無線通信を可能とすることができるようにしている。

【0009】また、ISDN回線等の高品質な上位の有線回線網の普及を背景として、特に通信需要の大きな地下街等の不感区域に対しては、ISDN回線等の上位回線網に有線で直接接続した無線変復調器を設置することが考えられている。

【0010】このような無線変復調器は、上位回線網から入力を受けた信号で高周波信号を変調して、当該無線変復調器から不感区域に配置されたアンテナ(上記第2のアンテナ)に当該高周波信号を配信し、また、当該アンテナを介して高周波信号を受信して、移動局からの信号を復調し、上位回線網に出力するものである。

【0011】ここで、中継増幅装置の具体例としては、トンネル等の不感区域では、第2のアンテナとして線状のサービスエリアを実現するのに適している漏洩同軸ケーブルを用い、第1のアンテナとの間を高周波同軸ケーブルで接続する方法や、各所に第2のアンテナを設置し、第1のアンテナとの間を高周波同軸ケーブルで接続する方法があった。

【0012】しかし、第1のアンテナと第2のアンテナを接続する距離が、場合によっては数kmにもおよぶため、高周波同軸ケーブルにおける減衰(伝送損失)が問題となり、特に近年は移動体通信に割り当てられる周波数が高周波数化しており、これに対応するためには、大口径の同軸ケーブルが必要となり、更に敷設工事の容易性も問題となっていた。

【0013】そこで、伝送損失を回避するため、従来用いられてきた高周波同軸ケーブル、また、アンテナ機能を兼用した漏洩同軸ケーブル等に替わり、アナログ光ファイバ伝送技術を用いた光変換型の中継増幅システムが提案実用化されている。

【0014】これらの光変換型の技術的な状況について

は、中継装置については、例えば、文献1:菅沼ほか「1.5GHz デジタル移動通信用トンネルブースタ」NTTDoCoMoテクニカルジャーナル、Vol.2, No.2(1994年)に詳しく述べられており、また基地局装置に接続される光伝送装置として、例えば文献2:真田ほか「無線基地局用光伝送装置」National Technical Report, Vol.39, No.4(1993年)に詳しく述べられている。

【0015】また、移動体通信へのアナログ光ファイバ伝送技術適用の全般的な解説として、文献3:K.Morita et.al. "The New Generation of Wireless Communications Base on Fiber-Radio Technologies", IEICE Trans. Commun. Vol.E76-B, No.9(1993)等に詳しく述べられている。

【0016】一方、これらのアナログ光ファイバ伝送方式を実現する上で、従来は光伝送路の構成において、移動通信基地局(単に基地局)から移動局(携帯機)に向かう下り回線においては、第1のアンテナ側の光送受信器と第2のアンテナ側の光送受信器とを1対多で接続するスター分配型の接続とし、逆に携帯機から移動体基地局への上り回線においては、双方の光送受信器を1対1で接続して行う伝送が主に用いられてきた。

【0017】しかし、この接続方式では、多数の光ファイバ心線数が必要であり、所要の光ファイバ心線数を削減しシステムの経済化を図る目的で、多分岐光伝送方式が提案されている。

【0018】これは、下り回線の光ファイバを1本とし、光信号分配を必要とする地点で1対2の光分岐器を用いて光信号を分配するものである。上り回線も同様に、1対2の光合成器を用い1本の光ファイバに各地点からの光信号を合成し伝送するものである。これによって、上り回線では伝送路としての光ファイバが1本となるのに加えて、1つの受光素子によって合成された光信号を一括して受光するため、受光回路の回路規模が小さくなるという利点もある。

【0019】具体的な事例としては、特開平6-153255号公報には、トンネル内に設置された複数のアンテナ(上記第2のアンテナに相当)で受信された無線信号を、各アンテナと対になるE/O変換器で互いに十分な差のある異なる波長の光信号に変換し、各光信号を光カプラで結合しながら1本の光ファイバで目的地まで伝送し、O/E変換器で電気信号に変換して無線受信機に供給するシステムが記載されている。

【0020】また、特開平9-130322号公報には、第1のアンテナを有する地上中継局と、トンネルや地下街に設置された漏洩同軸ケーブル(上記第2のアンテナに相当)を有する不感区域内の中継局とを光ファイバで接続して中継を行う技術が記載されている。

【0021】具体的な動作としては、移動体通信基地局からの無線信号を地上中継局で第1のアンテナを介して受信し、その高周波電気信号を光信号に変換して光ファ



イバで送信し、不感区域内の中継局において受信した光信号を高周波電気信号に変換して漏洩同軸ケーブルから移動局に向けて発信する。また、逆に、移動局から発信された無線信号を漏洩同軸ケーブルで受信し、不感区域内の中継局において高周波電気信号を光信号に変換して光ファイバで送信し、地上中継局において受信した光信号を高周波電気信号に変換して第1のアンテナから移動体通信基地局に向けて発信することによって、中継を行うようになっている。

【0022】特に、非常に長いトンネル等、1本の漏洩同軸ケーブルでは減衰によってエリアをカバーできない場合を念頭に置いた例として、複数の漏洩同軸ケーブルを敷設して、各々をサービスするための不感区域内の中継局を複数設け、各不感区域中継局近傍で1対2光分岐・合流器によって光ファイバを単芯多分岐型の光伝送路とする技術が記載されている。

【0023】上記従来例1、2のように、光分岐・合流器を用いることによって1本の光ファイバを単芯多分岐型の光伝送路とする方式においては、下り回線の光分岐器の分岐比を状況に応じて設定する必要がある。また、上り回線においては、光合成器の合成比を下り回線と同じく、状況に応じて設定する必要があるのに加えて、合成される複数の光信号の光の電磁波としての周波数差に起因するビート雑音が、目的とする高周波信号の周波数帯に影響を与えないように考慮する必要がある。

【0024】前述の、光分岐器、光合成器は、例えばファイバ融着型の光力プラを用いれば実現できる。また1台の光力プラを分岐、合成の両方に使用可能であり、分岐比(合成比)は、50%:50%(電力比)から5%:95%程度まで5%刻み程度であれば市販品を容易に入手できる。

【0025】また、上り回線におけるビート雑音を回避する方法に関しては、第1の方法として、文献4に示すようにビート雑音を検出して、ビート雑音の影響を与えないように発光素子の発光波長(即ち周波数)が近接しないように積極的に制御する方式が提案されている。文献4:垂澤ほか「自動波長オフセット制御を適用した移動体通信用単芯多分岐型光ファイバリンク」電子情報通信学会技術研究報告、RCS97-70(1994年)

【0026】しかし、この第1の方法では、波長数が多く得られないこと、送信光源が高価であること、光合成損失が大きいこと、メンテナンスが容易でないなどの問題点があった。

【0027】また、ビート雑音を回避する第2の方法として、積極的な波長制御を行わずに、事前に多重化する光信号の光源である半導体レーザーの波長を選別する方法も提案されている。第2の方法の発明者らの実験によれば、半導体レーザーが縦マルチモード発振であるため、ビート雑音の回避の条件がDFB(Distributed FeedBack

k) レーザに比べて厳しいファブリペロー形レーザーを光源とした多点合成の光信号において、携帯電話帯域に対して影響を与えないためには、10nm程度の中心波長差が必要であり、システムの経済性、光源の入手容易性等を考えると1ファイバ当たり3~4程度の多重数が限界である。

【0028】上記第2の方法による移動体通信システムへの適用提案が、文献5に示されるようになされている。

文献5:福家ほか「移動体通信用多分岐光伝送方式の構成」1996年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、B-492

【0029】上述の多分岐・多点合成型の光伝送路を用いるアナログ光変調による高周波信号伝送方式においては、最大の技術的課題として、上り回線における光ビート雑音の回避が挙げられる。

【0030】そこで、上り回線における光合成による光ビート雑音の問題を回避する為の第3の方法として、ビート雑音を本質的に発生させないサブキャリア中継点多重方式を用いた光マルチアクセスの提案が文献6で為されている。

文献6:土門ほか「サブキャリア中継点多重方式を用いた光マルチアクセスの提案」電子情報通信学会技術研究報告、OCS93-99(1994年)

【0031】上記方式の概略は、各ローカルノードにおいて、光信号を一旦電気信号に変換し、電気領域で新たなサブキャリアを周波数多重した後、再び光信号に変換して光伝送路に送信する。そして、上記方法で次々に各ローカルノードで新たなサブキャリアを電気領域で多重しながら伝送された光信号は、センターノードにおいて光受信機で受信されて電気信号に変換され、チューナなどを用いて任意のローカルノードから送信された信号を取り出すことができるものである。

【0032】上記方式の具体的事例として、特開平8-191478号公報にサブキャリア中継点多重方式光マルチアクセスを用いて中継増幅する光ネットワークが提案されているので、従来の光変換中継増幅システムとして、図8を用いて説明する。図8は、従来の光変換中継増幅システム及びそれを用いた光ネットワークの構成図である。

【0033】従来の光変換中継増幅システムは、図8に示すように、大きく中央局100と、移動端末103と、中間の無線基地局102A、102Bと、終端の無線基地局102Cと、中央局100と各無線基地局102とを接続する下り光ファイバ回線104A及び上り光ファイバ回線104Bとから構成されている。

【0034】ここで、中央局100は、移動端末103へ送信する下り信号を変調し、光信号に変換して下り光ファイバ回線104Aに送出すると共に、逆に、移動端末103から発信されて伝送された上り光信号を上り光

ファイバ回線 1 0 4 B から受け取って無線信号に変換して復調するものである。

【0 0 3 5】そして、中間の無線基地局 1 0 2 B は、下り光ファイバ回線 1 0 4 A から下り光信号を分波する光分波器 1 2 1 B と、分波された光信号を無線信号に変換する光受信器 1 2 3 B と、無線信号を増幅する増幅器 1 2 4 B と、無線信号を送信するアンテナ 1 3 5 B と、無線信号を受信するアンテナ 1 3 6 B と、受信信号を増幅する増幅器 1 3 2 B と、下段の無線基地局から伝送された光信号を高周波信号に変換する光受信器 1 2 5 B と、増幅器 1 3 2 B からの増幅された受信信号と光受信器 1 2 5 B からの高周波信号とを合波する合波器 1 2 2 B と、合波された信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線 1 0 4 B に送出する光送信器 1 3 4 B とから構成されている。尚、中間の無線基地局 1 0 2 A も全く同様の構成である。

【0 0 3 6】そして、終端の無線基地局 1 0 2 C は、中間の無線基地局 1 0 2 B の構成から、下り回線に関して光信号の分波の機能を、また上り回線に関して光中継の機能を取り除いたものであり、下り光ファイバ回線 1 0 4 A の光信号を無線信号に変換する光受信器 1 2 3 C と、無線信号を増幅する増幅器 1 2 4 C と、無線信号を送信するアンテナ 1 3 5 C と、無線信号を受信するアンテナ 1 3 6 C と、受信信号を増幅する増幅器 1 3 2 C と、増幅された受信信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線 1 0 4 B に送出する光送信器 1 3 4 C とから構成されている。

【0 0 3 7】そして、従来の光変換中継増幅システムの動作は、中央局 1 0 0 で下り信号が光信号に変換されて下り光ファイバ回線 1 0 4 A 上を伝送され、無線基地局 1 0 2 B (無線基地局 1 0 2 A も同様) で、光分波器 1 0 2 B によって一部が分波され、光受信器 1 2 3 B で無線信号に変換され、増幅器 1 2 4 B で増幅されて、アンテナ 1 3 6 B から移動端末 1 0 3 に向けて送信される。

【0 0 3 8】また、下段の無線基地局 (例えば無線基地局 1 0 2 C) から上り光ファイバ回線 1 0 4 B で伝送された光信号は、光受信器 1 2 5 B で高周波信号に変換され、合波器 1 2 2 B に入力される。

【0 0 3 9】一方、移動端末 1 0 3 から送信された無線信号は、アンテナ 1 3 6 B で受信され、増幅器 1 3 2 B で増幅されて、合波器 1 2 2 B に入力されて、上記下段の無線基地局からの高周波信号と合成された後に、光送信器 1 3 4 B で光信号に変換されて上り光ファイバ回線 1 0 4 B に送出され、中央局 1 0 0 に伝送されて、中央局 1 0 0 で無線信号に変換されるようになっている。

【0 0 4 0】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の光変換中継増幅システムでは、上り回線におけるビート雑音は回避できるが、同様の機能を有する光受信器が上り回線・下り回線それぞれに必要であり、回路規模

が増大して経済的でないという問題点があった。

【0 0 4 1】本発明は上記実情に鑑みて為されたもので、多分岐・多点合成型の光伝送路の上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で中継が実現できる光変換中継増幅システムを提供することを目的としている。

【0 0 4 2】

【課題を解決するための手段】上記従来例の問題点を解決するための請求項 1 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、基地局との間で無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記基地局から受信した無線信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して前記基地局に送信する中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、前記携帯電話機から無線信号を受信して、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と基地局との通信を中継できる。

【0 0 4 3】上記従来例の問題点を解決するための請求項 2 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調し、光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換し、復調して前記公衆回線網に送信する中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、前記携帯電話機から無線信号を受信して、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と公衆回線網との通信を中継できる。

【0 0 4 4】上記従来例の問題点を解決するための請求

項 3 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、基地局からの無線信号の受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記基地局から受信した無線信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換して、前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を無線呼出受信機に向けて無線送信し、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、基地局から不感区域に在る無線呼出受信機への呼出を中継すると共に、中継固定局における監視信号を中央固定局に中継送信できる。

【 0 0 4 5 】 上記従来例の問題点を解決するための請求項 4 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、公衆回線網との間で信号の受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調し、光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換して、前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の下り電気信号を無線呼出受信機に向けて無線送信し、前記変換した電気信号の内の上り電気信号と監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、公衆回線網から不感区域に在る無線呼出受信機への呼出を中継すると共に、中継固定局における監視信号を中央固定局に中継送信できる。

【 0 0 4 6 】 上記従来例の問題点を解決するための請求項 5 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、基地局との間で無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号と前記基地局

から受信した無線信号とを合成し、前記合成した電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換し、当該電気信号から前記基地局向けの信号と前記中継固定局内における監視結果の監視信号とを分離し、前記基地局向けの信号を前記基地局に送信すると共に、前記監視信号を取得する中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の、下り電気信号を携帯電話機向けの信号と監視制御信号とに分離し、分離した携帯電話機向けの信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、分離した前記監視制御信号に基づいて監視を行い、前記監視の結果得られた監視信号と前記携帯電話機から受信した無線信号と前記変換した電気信号の内の上り電気信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と基地局との通信を中継すると共に、中央固定局と中継固定局との間の監視制御信号及び監視信号の通信を中継できる。

【 0 0 4 7 】 上記従来例の問題点を解決するための請求項 6 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号と前記公衆回線網から受信した信号を変調した高周波信号とを合成し、前記合成した電気信号を変調し、光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力すると共に、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換し、当該電気信号から前記公衆回線網向けの信号と前記中継固定局内における監視結果の監視信号とを分離し、前記公衆回線網向けの信号を復調して前記公衆回線網に送信すると共に、前記監視信号を取得する中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐し、前記上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、当該変換した電気信号の内の、下り電気信号を携帯電話機向けの信号と監視制御信号とに分離し、分離した携帯電話機向けの信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、分離した前記監視制御信号に基づいて監視を行い、前記監視の結果得られた監視信号と前記携帯電話機から受信した無線信号と前記監視制御部から出力される監視信号と、前記変換した電気信号の内の上り電気信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構

成で、不感区域に在る携帯電話機と公衆回線網との通信を中継すると共に、中央固定局と中継固定局との間の監視制御信号及び監視信号の通信を中継できる。

【 0 0 4 8 】 上記従来例の問題点を解決するための請求項 7 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、基地局と無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記基地局との無線信号の送受信を行うアンテナと、前記アンテナで受信した信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第 1 の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換して前記アンテナに出力する第 1 の光／電気変換器とを備える中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第 2 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第 1 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過した無線信号とを合成する第 1 の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第 2 の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と基地局との通信を中継できる。

【 0 0 4 9 】 上記従来例の問題点を解決するための請求項 8 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を変調して高周波信号を得る高周波変調器と、該変調された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第 1 の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第 1 の光／電気変換器と、該変換された高周波の電気信号を復調して前記公衆回線網に送信する高周波復調器とを備える中央固定局であり、前記中

継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第 2 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第 1 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過した無線信号とを合成する第 1 の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第 2 の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と公衆回線網との通信を中継できる。

【 0 0 5 0 】 上記従来例の問題点を解決するための請求項 9 記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、基地局と無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記基地局との無線信号の送受信を行うアンテナと、前記アンテナで受信した信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第 1 の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第 1 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を復調して前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する監視信号復調器とを備える中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第 2 の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第 1 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第 1 の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を無線呼出受信機向けに無線送信するアンテナと、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第 1 の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視信号用変調器

と、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、基地局から不感区域に在る無線呼出受信機への呼出を中継すると共に、中継固定局の監視信号を中央固定局に中継送信できる。

【0051】上記従来例の問題点を解決するための請求項10記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記公衆回線網から受信した信号を変調して高周波信号を得る高周波変調器と、該変調された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第1の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第1の光／電気変換器と、該変換された電気信号を復調して前記中継固定局内における監視結果の監視信号を取得する監視信号復調器とを備える中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を無線呼出受信機向けに無線送信するアンテナと、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第1の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視信号用変調器と、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、公衆回線網から不感区域に在る無線呼出受信機への呼出を中継すると共に、中継固定局の監視信号を中央固定局に中継送信できる。

【0052】上記従来例の問題点を解決するための請求項11記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、基地局と無線信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固

定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号を変調する監視制御信号用変調器と、前記基地局との無線信号の送受信を行うアンテナと、前記アンテナで受信した信号と前記変調された監視制御信号とを合成する第2の電力合成器と、前記合成された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第1の電気／光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第1の光／電気変換器と、前記第1の光／電気変換器で変換された電気信号を分配する第2の電力分配器と、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記基地局向けの信号のみを通過させて前記アンテナに出力する送信用上り帯域フィルタと、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記中継固定局内における監視結果の監視信号のみを通過させる監視信号用帯域フィルタと、前記監視信号用帯域フィルタを通過した信号を復調して監視信号を取得する監視信号用復調器とを備える中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光／電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、監視制御信号のみを通過させる監視制御信号用帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記監視制御信号用帯域フィルタからの信号を復調する監視制御信号用復調器と、前記監視制御信号用復調器からの監視制御信号が入力され、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第2の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視信号用変調器と、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過した無線信号と前記監視信号用変調器で変調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第2の電気／光変換器とを備える中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と基地局との通信を中継すると共に、中央固定局と中継固定局との間の監視制御信号及び監視信号の通信を中継で

きる。

【0053】上記従来例の問題点を解決するための請求項12記載の発明は、光変換中継増幅システムにおいて、公衆回線網との間で信号の送受信を行う中央固定局と、前記中央固定局からの下り光ファイバ回線及び前記中央固定局への上り光ファイバ回線の途中に設けられる複数の中継固定局とを有し、前記中央固定局は、前記中継固定局における監視を制御する監視制御信号を変調する監視制御信号用変調器と、前記公衆回線網から受信した信号を変調して高周波信号を得る高周波変調器と、前記監視制御信号用変調器で変調された電気信号と前記高周波変調器で変調された電気信号とを合成する第2の電力合成器と、前記合成された電気信号を光信号に変換して前記下り光ファイバ回線に出力する第1の電気/光変換器と、前記上り光ファイバ回線から入力される光信号を電気信号に変換する第1の光/電気変換器と、前記第1の光/電気変換器で変換された電気信号を分配する第2の電力分配器と、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記中継固定局内における監視結果の監視信号のみを通過させる監視信号用帯域フィルタと、前記監視信号用帯域フィルタを通過した信号を復調して監視信号を取得する監視信号用復調器と、前記第2の電力分配器で分配された電気信号の内、前記公衆回線網向けの信号のみを通過させる送信用上り帯域フィルタと、前記送信用上り帯域フィルタを通過した信号を復調して前記公衆回線網に出力する高周波復調器とを備える中央固定局であり、前記中継固定局は、前記下り光ファイバ回線から光信号を分岐させる光分岐器と、前記光分岐器にて分岐された光信号を前記上り光ファイバ回線に合成させる光合成器と、前記光合成器が設けられた上り光ファイバ回線の上り側に配置され、光信号を電気信号に変換する第2の光/電気変換器と、該変換された電気信号を分配する第1の電力分配器と、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、上り電気信号のみを通過させる中継用上り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、下り電気信号のみを通過させる下り帯域フィルタと、前記第1の電力分配器で分配された電気信号の内、監視制御信号のみを通過させる監視制御信号用帯域フィルタと、前記下り帯域フィルタを通過した下り電気信号を携帯電話機向けに無線送信すると共に前記携帯電話機からの無線信号を受信するアンテナと、前記監視制御信号用帯域フィルタを通過した信号を復調する第2の復調器と、前記第2の復調器からの監視制御信号が入力され、当該中継固定局内の各部を監視し、監視信号を出力する第2の監視制御部と、前記監視信号を変調する監視制御信号用変調器と、前記アンテナで受信した前記携帯電話機からの無線信号のみを通過させる受信用上り帯域フィルタと、前記中継用上り帯域フィルタを通過した上り電気信号と前記受信用上り帯域フィルタを通過した無線信号と前記監視信号用変調器で変

調された電気信号とを合成する第1の電力合成器と、当該合成された電気信号を光信号に変換して前記上り光ファイバ回線に出力する第2の電気/光変換器とを備える中継固定局であることを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と公衆回線網との通信を中継すると共に、中央固定局と中継固定局との間の監視制御信号及び監視信号の通信を中継できる。

【0054】上記従来例の問題点を解決するための請求項13記載の発明は、請求項7又は請求項8又は請求項9又は請求項10又は請求項11又は請求項12記載の光変換中継増幅システムにおいて、中継固定局のアンテナを漏洩同軸ケーブルとしたことを特徴としており、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、線状に伸びる不感区域内をサービスエリアとして携帯電話機及び無線呼出受信機と移動通信基地局及び上位回線網との通信を中継できる。

【0055】

【発明の実施の形態】請求項に係る発明について、その実施の形態を図面を参照しながら説明する。まず、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第1の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項1及び請求項7に関連している。本発明に係る第1の実施の形態である第1の光変換中継増幅システムは、中央固定局において基地局から受信した下り無線信号を光信号に変換して、下り光ファイバ回線で伝送し、中継固定局で下り光信号を分岐し、下段の中継固定局から上り光ファイバ回線で伝送された上り光信号と光合成し、合成された光信号を電気信号に変換し、当該電気信号中の下り信号成分は、アンテナから携帯電話機に向けて無線送信し、当該電気信号中の上り信号成分は、携帯電話機から送信された上り信号と電力合成した後に、光信号に変換して上り光ファイバ回線で伝送し、中央固定局で再び電気信号に変換して、上り無線信号として基地局に送信するものである。上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、不感区域内の携帯電話機と基地局との通信を可能にするものである。

【0056】まず、本発明に係る第1の光変換中継増幅システムの構成例について図1を使って説明する。図1は、本発明に係る第1の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、第1の実施の形態は、携帯電話機の中継増幅システムへの適用を念頭にしている。また、図1では、説明を簡単にする為に、中継固定局、携帯電話機がそれぞれ2台の例を示している。

【0057】本発明に係る第1の光変換中継増幅システム(第1のシステム)は、概略構成として、移動体通信基地局5と、中央固定局1-1と、下り光ファイバ回線4A及び上り光ファイバ回線4Bと、この回線4A、4B



の途中に縦続接続した1つ以上の中継固定局 2-1A, 2-1B と、携帯機 3A, 3B とから構成されている。ここで、移動体通信基地局 5 が請求項における基地局に相当し、携帯機 3A, 3B が携帯電話機に相当している。

【0058】本発明の第1のシステムの各部について説明する。移動体通信基地局 5 は、公衆回線網等より上位の回線網に有線接続され、携帯電話システムの接続サービスを行う一般的な基地局である。中央固定局 1-1 は、移動体通信基地局 5 のサービスエリア内に存在し、電波状況の良好な地点に設置され、移動体通信基地局 5 との間で無線電波の送受信を行うと共に、無線信号と光信号の相互変換を行って光信号の送受信を行うものである。尚、中央固定局 1-1 の内部の詳細は後述する。

【0059】中継固定局 2-1A, 2-1B は、トンネルや地下街等の電波の届きにくい不感区域に設置され、中央固定局 1-1 との光信号の送受信を行うと共に、光信号と無線信号の相互変換を行って無線信号の送受信を行うもので、これにより不感区域に存在する携帯機との無線通信を可能にするものである。尚、中継固定局 2-1A, 2-1B の内部の詳細は後述する。携帯機（移動電話機等）3A, 3B は、中継固定局 2-1A, 2-1B の電波のど

【0060】下り光ファイバ回線 4A は、中央固定局 1-1 から送出される光信号を中継固定局 2-1A, 2-1B に伝達する光ファイバ回線であり、上り光ファイバ回線 4B は、中継固定局 2-1A, 2-1B から送出される光信号を中央固定局 1-1 に伝達する光ファイバ回線である。

【0061】次に、中央固定局 1-1 の内部構成について説明する。中央固定局 1-1 は、移動体通信基地局 5 との間で無線信号の送受信を行うアンテナ 11 と、アンテナ 11 を送受信両用に用いるためのアンテナ共用器 12 と、受信した無線信号を増幅する増幅器 13 と、増幅された無線信号（電気信号）を光信号に変換して下り光ファイバ回線 4A に送信する電気/光変換器（図 1 では E/O）14 と、上り光ファイバ回線 4B から受信した光信号を電気信号に変換する光/電気変換器（図 1 では O/E）16 と、変換された電気信号を増幅する増幅器 15 とから構成されている。ここで、電気/光変換器 14 が請求項における第 1 の電気/光変換器に相当し、光/電気変換器 16 が第 1 の光/電気変換器に相当している。

【0062】ここで、電気/光変換器 14 は、例えば、後述するように副搬送波多重アナログ光変調器であり、光/電気変換器 16 は、副搬送波多重アナログ光復調器である。

【0063】次に、中継固定局 2-1A 及び 2-1B の内部構成について説明するが、中継固定局 2-1A 及び 2-1B は同一構成部分を持つので、図 1 には中継固定局 2-1A のみの内部構成の詳細を示し、ここに説明する。中継固

定局 2-1A は、光分岐器 21A と、光合成器 22A と、光/電気変換器 23（図 1 では O/E）と、増幅器 24 と、電力分配器 25 と、下り帯域フィルタ 26 と、増幅器 27 と、中継用上り帯域フィルタ 28 と、増幅器 29 と、アンテナ共用器 30 と、アンテナ 35A と、受信用上り帯域フィルタ 31 と、増幅器 32 と、電力合成器 33 と、電気/光変換器（図 1 では E/O）34 から構成されている。ここで、光/電気変換器 23 が請求項における第 2 の光/電気変換器に相当し、電気/光変換器 34 が第 2 の電気/光変換器に相当し、電力分配器 25 が第 1 の電力分配器に相当し、電力合成器 33 が第 1 の電力合成器に相当している。

【0064】光分岐器 21A は、光信号を分岐するもので、1つの入力端と 2つの出力端（分岐出力端）を持つ。そして入力端には、下り光ファイバ 4A の上流側が接続され、2つの出力端の 1つは下り光ファイバ 4A の下流側が接続され、他方は光合成器 22A の第 1 の入力端につながる。

【0065】光分岐器 21A における分岐比は、縦続接続された各中継固定局 2-1A, 2-1B, …の光/電気変換器 23A, 23B, …への入射光電力が等しくなるように、光合成器 22A の合成比などとの兼ね合いで決定され、一般的には 50 : 50（電力比）以外の値となる。

【0066】また、光分岐器 21A における光分岐比の設定方法等に関しては、例えば、「自動波長オフセット制御を適用した移動体通信用多分岐型光ファイバリンク」、垂澤他、電子情報通信学会技術研究報告 R C S 94-70（1994年9月）に従って、以下のように設定すればよい。

【0067】すなわち、下り回線用の光分岐器 21A における分岐比は、各中継固定局 2-1A, B, …の光/電気変換器 23 に入力される光信号の強度  $P_r$  が一定値であるようにすれば、各中継固定局 2-1A, B, …の増幅器の利得等を共通に設計することができるため、経済的である。そこで、 $i$  番目の中継固定局の光分岐器 21A の分岐比（結合係数） $K_i$  を、次の【数 1】によって決定する。

【0068】

【数 1】

$$K_i = \frac{K_L^{i-2}}{\sum_{j=1}^{N-2} K_L^j + 2}$$

【0069】ただし、 $K_L$  は光ファイバの損失であり、 $i$  は 3 以上である。また、中央固定局 1-1 に最も近い光合成器 22A の結合係数  $K_N$  は、次の【数 2】に示されるようになる。

【0070】

【数2】

$$K_N = \frac{K_L^{N-2}}{\sum_{i=1}^{N-2} K_L^i + 2}$$

【0071】また、中央固定局1-1の電気／光変換器14の出力する光信号の強度を $P_s$ とすると、各中継固定局2-1A, B, ...における受光レベル $P_r$ は、次の【数3】のようになる。

【0072】

【数3】

$$P_r = \frac{K_L^{N-1}}{\sum_{i=1}^{N-2} K_L^i + 2} \cdot P_s$$

【0073】上り回線の光合成器22Aの結合係数に関しても、下り回線と同様に計算できる。

【0074】光合成器22Aは、光信号を合成するモノで、2つの入力端（合成入力端）と1つの出力端を持つ。そして2つの入力端の1つは光分岐器21Aの第2の出力端に接続され、他方は上り光ファイバ4Bの上流側が接続され、出力端は、光／電気変換器23の入力端に接続される。光合成器22Aにおける合成比は、光分岐器21Aにおける分岐比と同様で、各中継固定局2-1A, 2-1B, ...の光／電気変換器23A, 23B, ...への入射光電力が等しくなるように光分岐器21Aの分岐比などとの兼ね合いで決定される。

【0075】光／電気変換器23は、中央固定局の光／電気変換器16と同様に、アナログ光信号を電気信号に変換する副搬送波多重アナログ光復調器であり、中央固定局1-1からの下り光信号と中継固定局2-1Bからの上り光信号を光合成器22Aで合成した合成アナログ光信号を電気信号に変換して出力するようになっている。

【0076】増幅器24, 増幅器27, 増幅器29, 増幅器32は、電気信号を適切なレベルに増幅する一般的な増幅器である。電力分配器25は、入力した電気信号をそのまま2つの出力端に出力する一般的な分配器である。

【0077】下り帯域フィルタ26は、中央固定局1-1からの下り信号の周波数帯域のみを通過させる一般的な帯域フィルタである。中継用上り帯域フィルタ28は、上り回線において上流にある中継固定局（図1では中継固定局2-1B）からの上り電気信号の周波数帯域のみを通過させる一般的な帯域フィルタである。

【0078】アンテナ35Aは、無線電波の送信及び受信を行う一般的な送受信アンテナである。アンテナ共用

器30は、アンテナ35Aを送受信両用に用いるための一般的なアンテナ共用器である。

【0079】受信用上り帯域フィルタ31は、移動機3Aからの上り信号の周波数帯域のみを通過させる一般的な帯域フィルタである。電力合成器33は、2つの電気信号を単純に電力合成する一般的な電力合成器である。電気／光変換器34は、中央固定局の電気／光変換器14と同様に、合成された電気信号をアナログ光信号に変調して出力する副搬送波多重アナログ光変調器である。

【0080】次に、本発明の第1のシステムの動作について図1を使って説明する。本発明の第1のシステムでは、移動体通信基地局5から発信された下り電波が、中央固定局1-1のアンテナ11で受信され、アンテナ共用器12を介して増幅器13で適切なレベルに増幅された後、電気／光変換器14でアナログ光変調されて光信号となって下り光ファイバ回線4Aへ送出される。

【0081】そして、この光信号が第1の中継固定局2-1Aの光分岐器21Aで分岐され、光合成器22Aの一方へ入力され、また第2の中継固定局2-1Bからの上り光信号が光合成器22Aのもう一方に入力されて、光合成器22Aで合成され、合成アナログ光信号が得られる。

【0082】そして、この合成アナログ光信号は、光／電気変換器23によって電気信号に変換され、増幅器24で必要に応じて増幅された後、電力分配器25で2つに分配される。一方は、下り帯域フィルタ26で下り信号の周波数のみを取り出されて、下り帯域高周波信号となり、必要に応じて増幅器27で増幅され、アンテナ共用器30を介して中継固定局2-1Aのアンテナ35Aから電波として放射され、これによって携帯機3Aへの下り方向の無線通信を確保する。

【0083】また、電力分配器25で分配されたもう一方は、中継用上り帯域フィルタ28で上り電気信号の周波数のみを取り出されて、上り帯域高周波信号となり、必要に応じて増幅器29で増幅された後に、電力合成器33の一方に入力される。

【0084】一方、携帯機3Aから移動体通信基地局5への上り回線に関しては、携帯機3Aから発信された上りの無線信号が、中継固定局2-1Aのアンテナ35Aで受信され、受信用上り帯域フィルタ31で帯域制限が施され、必要に応じて増幅器32で適切なレベルに増幅された後、電力合成器33のもう一方に入力される。

【0085】そして、電力合成器33で増幅器29から出力される第2の中継固定局2-1Bからの上り回線信号と、中継固定局2-1Aにおける上り回線信号とが電力合成されて、この合成出力が電気／光変換器34でアナログ光信号に変調されて、上り光ファイバ回線4Bに送出される。

【0086】中央固定局1-1においては、上り光ファイバ回線4Bからの上りのアナログ光信号が光／電気変換



器 16 によって高周波信号に復調され、必要に応じて増幅器 15 で適切なレベルに増幅された後、アンテナ共用器 12 を介してアンテナ 11 から空間へ放射され、移動体通信基地局 5 に送信されるようになっている。

【0087】尚、本実施の形態においては、光分岐器 21A と光合成器 22A とを中継固定局 2-1A の筐体内に配置するように表現したが、図 1 の点線 L によって示されるごとく、光分岐器 21A と光合成器 22A とを光ファイバ成端箱中におき、固定中継局 2A への光配線を行ってもよい。

【0088】本発明の第 1 のシステムによれば、中央固定局 1-1 のアンテナ 11 を、移動体通信基地局 5 との無線通信環境の良好な地点に配置し、中央固定局 1-1 から光ファイバによって接続された、複数の中継固定局 2-1A、2-1B、…をトンネル内、地下街等の電波の届きにくい不感地域へ配置することによって、不感区域に存在する携帯機 3 と移動体通信基地局 5 との無線通信を可能にすることができる効果がある。

【0089】また、本発明の第 1 のシステムにおいては、中継固定局 2-1A において、下り光ファイバ回線 4A の光信号と、縦続接続された下位の固定中継局 2-1B からの光信号の 2 光波を合成した信号を受光するため、2 光波のビート雑音の発生を回避するだけでよく、原理的には、事前に波長選別した 2 グループの半導体レーザ等の光発生器が有ればよいことになる。つまり、各中継固定局 2-1A、2-1B、…からの光波長に関しては、自動波長オフセット方式のような複雑な制御を行う必要は全くない。従って従来に比較して経済的なシステムを構成することができる効果がある。

【0090】また、本発明の第 1 のシステムにおいては、上り回線の光信号をビート雑音を回避して伝送するために、下位の中継固定局 2-1B からの光信号を一度電気信号に変換し、中継固定局 2-1A のエリア内に存在する携帯機 3A からの高周波信号と電力合成することによって重畳した上で、再度光信号に変換している。従って、縦続接続可能数を制限する要因は、各段において発生する歪みと雑音の累積である。

【0091】これについては、先に紹介した 文献 6 : 土門ほか「サブキャリア中継点多重方式を用いた光マルチアクセスの提案」電子情報通信学会技術研究報告、OCS94-99 (1994 年) において、検討された結果が報告されている。

【0092】これによれば、中継固定局の光源として、相対雑音強度 (RIN)  $-135 \text{ dB/Hz}$ 、光変調度 20% の 2 波により 2 トーンで変調した場合の 3 次相互変調歪み  $-45 \text{ dBc}$  のファブリペローレーザを用い、受光器特性として、入力換算雑音電流密度  $10 \text{ pA/}$   $(\text{Hz})^{1/2}$ 、光変換効率  $0.9 \text{ mA/mW}$  を用いた場合が計算されている。これによって、雑音帯域幅 27 MHz の FM 信号を、受信 CNR  $> 17 \text{ dB}$  の条件で伝

送する場合、20 個の縦続接続が可能である。

【0093】これによれば、雑音帯域幅 25 kHz 程度の移動体通信用無線信号を伝送した場合には、20 個の中継固定局を縦続接続した場合では、47 dB 程度の受信 CNR が得られる。この値については、システム全体の中継固定局を減少するか、あるいは DFB レーザのような高性能レーザを発光素子に用いることで改善できる。

【0094】また、本発明の第 1 のシステムは、下り光ファイバ回線 4A の光信号と、上り光ファイバ回線 4B の光信号とを光合成器 22A で合成してから光/電気変換器 23 でアナログ光信号に変調するので、中継固定局 2-1 内に 1 台の光/電気変換器 23 があればよく、従来に比べて構成を簡単にし、経済的なシステム構成を可能とする効果がある。

【0095】次に、本発明の第 2 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第 2 の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項 2 及び請求項 8 に関連している。

【0096】本発明に係る第 2 の実施の形態である第 2 の光変換中継増幅システムは、上記説明した第 1 のシステムの応用例であり、中央固定局を上位回線網 (公衆回線網) に直結する形の構成であり、中央固定局において、公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調してから光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、また上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換し、復調して公衆回線網に送信するので、上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、不感区域内の携帯電話機と公衆回線網との通信を可能にするものである。

【0097】まず、本発明に係る第 2 の光変換中継増幅システム (第 2 のシステム) の構成例として、第 1 のシステムを応用した構成例について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、本発明に係る第 2 の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、図 1 と同様の構成をとる部分については同一の符号を付して説明する。

【0098】本発明に係る第 2 の光変換中継増幅システム (第 2 のシステム) は、第 1 のシステムと同様で、概略構成として、上位回線網 7 に直結する中央固定局 1-2 と、下り光ファイバ回線 4A 及び上り光ファイバ回線 4B と、この回線 4A、4B の途中に縦続接続した 1 つ以上の中継固定局 2-1A、2-1B と、携帯機 (移動電話機等) 3A、3B とから構成されている。

【0099】第 2 のシステムにおいて、下り光ファイバ回線 4A 及び上り光ファイバ回線 4B と、中継固定局 2-1A、2-1B と、携帯機 3A、3B は、第 1 のシステムと全く同様であり、中央固定局 1-2 の構成のみが若干異なっている。

【0100】第2のシステムにおける中央固定局1-2は、第1のシステムと同様の構成として、上位回線網7からの下り信号を増幅する増幅器13と、増幅された電気信号を光信号に変換する電気／光変換器（図2ではE／O）14と、光信号を電気信号に変換する光／電気変換器（図2ではO／E）16と、送信する電気信号を増幅する増幅器15とから構成され、更に第2のシステムの特徴部分として上位回線網7からの下り信号を高周波信号に変調する高周波変調器（図2ではMOD）17と、上位回線網7への上り高周波信号を復調する高周波復調器（図2ではDEM）18が設けられている。

【0101】本発明の第2のシステムの動作は、上位回線網7からの下り回線信号が中央固定局1-2の高周波変調器17で高周波信号に変調され、増幅器13で適切なレベルに増幅された後、電気／光変換器14でアナログ光変調されて光信号となって下り光ファイバ回線4Aへ送出される。なお、以降の中継固定局2-1A、Bにおける動作は、第1のシステムと全く同様である。

【0102】一方、携帯機3Aから上位回線網7への上り回線においては、第1のシステムにおける中継固定局2-1A、Bと全く同様の動作で上りの光信号が上り光ファイバ回線4Bに送出され、中央固定局1-2の光／電気変換器16によって光信号が高周波電気信号に変換され、必要に応じて増幅器15で適切なレベルに増幅された後、高周波復調器18で復調され、上位回線網7に出力されるようになっている。

【0103】尚、図2においては、簡単のため中央固定局1-2の高周波変調器17及び高周波復調器18は1つずつしか描いていないが、下り回線においては複数の高周波変調器17を設け、各高周波変調器17からの異なる周波数出力を周波数多重として、電気／光変換器14で一括してアナログ光変調を行う副搬送波多重アナログ光信号として送出してもよい。また、上り回線においても複数の高周波復調器18を設け、多チャンネル信号を同時に処理する構成としてもよい。

【0104】即ち携帯電話機では基地局が発射する電波は1波ということはほとんどなく、周波数の異なる複数の変調波を発生し、周波数多重化した上で、1つのアンテナから発射する。本発明装置においても、その構成として1つの高周波変調器17からの1波だけではなく、複数の高周波変調器17からの複数の変調波をまとめて伝送できるため、こうした副搬送波多重方式を採用するのが好ましい。

【0105】本発明の第2のシステムによれば、中央固定局1-2を上位回線網7と直結した形で実現することによって、上位回線網7と、不感区域に存在する携帯機3との無線通信を、ビート雑音を回避しながら、簡単で経済的な構成で実現できる効果がある。

【0106】また、図2において、中央固定局として、光リンク部と無線変復調部とを一体とした例で説明した

が、図中点線で示すように、光リンク部と無線変復調部とを別々に設置して、配線により両者を接続するようにしても構わない。このような構成にすることにより、通常の移動体通信基地局に用いられる無線変復調器をそのまま使用することができる。

【0107】次に、本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第3の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項3及び請求項9に関連している。

【0108】本発明に係る第3の実施の形態である第3の光変換中継増幅システムは、上記説明した第1のシステムの別の応用例であり、携帯電話システムの替わりに無線呼出システムに用いた場合であり、上り回線を用いて、各中継固定局における監視信号を中央固定局に伝送するものなので、上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、移動通信基地局から不感区域内の無線呼出受信機への無線呼出通信を可能にすると共に、中央固定局における中継固定局の監視機能も同時に実現できるものである。

【0109】まず、本発明に係る第3の光変換中継増幅システム（第3のシステム）の構成例として、第1のシステムを応用した構成例について、図3を用いて説明する。図3は、本発明に係る第3の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、図1と同様の構成をとる部分については同一の符号を付して説明する。

【0110】無線呼出（ページャ、ポケットベル）システムは、呼出のみの機能であるため、本来の無線通信信号としては下り信号しか存在しないが、図3では、上り信号としてシステム監視信号や、異常報知信号等の信号を各中継固定局2-2から上位系（中央固定局1-3）に対して報知する機能を設けた例である。

【0111】本発明に係る第3の光変換中継増幅システム（第3のシステム）は、概略構成として、図3に示すように第1のシステムと同様の移動体通信基地局5と、中央固定局1-3と、下り光ファイバ回線4A及び上り光ファイバ回線4Bと、この回線4A、4Bの途中に縦続接続した1つ以上の中継固定局2-2A、2-2Bとから構成され、携帯機としては移動電話機の代わりに無線呼出受信機8A、8Bとしたものである。

【0112】但し、第3のシステムの中央固定局1-3と中継固定局2-2A、2-2Bは、第1のシステムのそれとは若干構成が異なっている。

【0113】第3のシステムの中央固定局1-3は、第1のシステムと同様の構成部分として、無線信号を受信するアンテナ11'と、受信した無線信号を増幅する増幅器13と、増幅された無線信号（電気信号）を光信号に変換して下り光ファイバ回線4Aに送信する電気／光変換器（図3ではE／O）14と、上り光ファイバ回線4

Bから受信した光信号を電気信号に変換する光／電気変換器（図3ではO／E）16と、変換された電気信号を増幅する増幅器15とから構成され、更に第3のシステムの特徴部分として、上りの高周波電気信号を復調して監視信号を取得する監視信号用復調器（図3ではDEM）18'と、復調された監視信号を処理する監視信号処理部19を設けている。

【0114】第3のシステムの中央固定局1-3における増幅器13と、電気／光変換器14と、光／電気変換器16と、増幅器15は、第1のシステムと全く同様であるので説明を省略する。アンテナ11'は、移動体通信基地局5からの無線信号を受信する受信専用のアンテナである。

【0115】監視信号用復調器18'は、中継固定局2-2A、B、…からの監視信号が上り光信号となって伝送されてくるので、当該光信号を電気信号に変換した高周波信号を復調して監視信号を取り出す復調器である。

【0116】監視信号処理部19は、復調された信号を監視信号として処理するもので、その具体的処理内容については、本願で限定するものではない。

【0117】次に、本発明の第3のシステムの中継固定局2-2について説明するが、各中継固定局2-2A、B、…は同一構成部分を持つので、図3には中継固定局2-2Aのみの内部構成の詳細を示し、ここに説明する。第3のシステムの中継固定局2-2Aは、第1のシステムの中継固定局2-1Aと同様の構成として、光分岐器21Aと、光合成器22Aと、光／電気変換器23（図3ではO／E）と、増幅器24と、電力分配器25と、下り帯域フィルタ26と、増幅器27と、中継用上り帯域フィルタ28と、増幅器29と、アンテナ35'Aと、増幅器32と、電力合成器33と、電気／光変換器（図3ではE／O）34から構成され、更に第3のシステムの特徴部分として、監視信号用変調器（図3ではMOD）36と、監視制御部37とが設けられている。ここで、監視制御部37が請求項における第1の監視制御部に相当する。

【0118】第3のシステムの中継固定局2-2Aにおける光分岐器21Aと、光合成器22Aと、光／電気変換器23と、増幅器24と、電力分配器25と、下り帯域フィルタ26と、増幅器27と、中継用上り帯域フィルタ28と、増幅器29と、増幅器32と、電力合成器33と、電気／光変換器34は、第1のシステムと全く同様であるので説明を省略する。アンテナ35'は、無線呼出受信機8Aからの無線信号を受信する受信専用のアンテナである。

【0119】監視制御部37は、中継固定局2-2内の各部を監視し、各部における状況を示す信号を取得して、監視信号を作成し出力するもので、その具体的作成内容については、本願で限定するものではない。

【0120】監視信号用変調器36は、監視信号を上り

光信号として送信するために、当該監視信号を高周波信号に変調する変調器である。

【0121】次に、本発明の第3のシステムの動作について図3を使って説明するが、第3のシステムでは、移動体通信基地局5から無線呼出受信機8への下り回線に関する動作は第1のシステムと同様であるので、説明を省略する。

【0122】本発明の第3のシステムにおける上り回線に関しては、監視制御部37で中継固定局2-2Aの各部が監視されて監視信号が作成され、監視信号用変調器36により高周波信号に変調された後、必要に応じて増幅器32で適切なレベルに増幅され、電力合成器33で増幅器29から出力される下位の中継固定局2-2Bからの監視信号の高周波信号と電力合成されて、この合成出力が電気／光変換器34でアナログ光信号に変調されて、上り光ファイバ回線4Bに送出される。

【0123】中央固定局1-3においては、上り光ファイバ回線4Bからの上りのアナログ光信号が光／電気変換器16によって高周波信号に復調され、必要に応じて増幅器15で適切なレベルに増幅された後、監視信号用復調器18'によって監視信号が復調されて、監視信号処理部19によって必要な監視処理が行われるようになっている。

【0124】ここで、各中継固定局2-2A、2-2B、…の監視信号の変調周波数を変えておけば、中央固定局1-3の監視信号用復調器18'の同調周波数を変更することで、任意の中継固定局の状態を知ることが可能である。

【0125】また、各中央固定局2-2A、2-2B、…の監視信号の変調周波数を変えておき、中央固定局1-3において、各中継固定局の監視信号の変調周波数に同調した複数の監視信号用復調器18'を持てば、同時に全ての中継固定局の状態監視も可能である。

【0126】さらに、特定のタイムスロットを各中継固定局に割り当てた時分割多重方式を用いれば、各中継固定局の監視信号の変調周波数が同一で、かつ中央固定局1-3の監視信号用復調器18'が1台であっても、全ての中継固定局の監視が可能である。また、この場合には、中継固定局2-2の監視信号用変調器36を省略し、ベースバンドのままで直接伝送も可能である。

【0127】次に、本発明の第4の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第4の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項4及び請求項10に関連している。

【0128】本発明に係る第4の実施の形態である第4の光変換中継増幅システムは、上記説明した第2のシステムと第3のシステムを組み合わせた応用例であり、中央固定局を上位回線網（公衆回線網）に直結する形の構成であり、中央固定局において、公衆回線網から受信した信号を変調してから光信号に変換して上り光ファイバ

回線に出力するもので、上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、上位回線網から不感区域内の無線呼出受信機への無線呼出通信を可能にすると共に、中央固定局における中継固定局の監視機能も同時に実現できるものである。

【0129】まず、本発明に係る第4の光変換中継増幅システム（第4のシステム）の構成例として、第2、3のシステムを応用した構成例について、図4を用いて説明する。図4は、本発明に係る第4の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、図2、図3と同様の構成をとる部分については同一の符号を付して説明する。

【0130】本発明に係る第4の光変換増幅中継システム（第4のシステム）は、中継固定局2-2の構成及び動作は上記第3のシステムと全く同様であり、中央固定局1-4の構成が第3のシステムと若干異なっている。

【0131】第4のシステムの中央固定局1-4は、第3のシステムと同様の構成部分として、受信した無線信号を増幅する増幅器13と、増幅された無線信号（電気信号）を光信号に変換して下り光ファイバ回線4Aに送信する電気／光変換器（図4ではE/O）14と、上り光ファイバ回線4Bから受信した光信号を電気信号に変換する光／電気変換器（図4ではO/E）16と、変換された電気信号を増幅する増幅器15と、上りの高周波電気信号を復調して監視信号を取得する監視信号用復調器（図4ではDEM）18'と、復調された信号を監視信号として処理する監視信号処理部19とから構成され、更に第4のシステムの特徴部分として、上位回線網7からの下り信号を高周波信号に変調する高周波変調器（図4ではMOD）17を設けている。

【0132】つまり、下り回線として、上位回線網7からの信号を受け取って、中央固定局1-4の高周波変調器17で高周波信号に変調してから第3のシステムと同様の動作を行うようになっている。尚、上り回線の動作は、第3のシステムと全く同様である。

【0133】また、第3のシステムで説明したように、各中継固定局における監視信号の変調周波数を変えておいて、中央固定局1-4の監視信号用復調器18'の同調周波数を変更することで、任意の中継固定局の状態を知るようにしても良いし、各中継固定局の監視信号の変調周波数に同調した複数の監視信号用復調器18'を設けて、同時に全ての中継固定局の状態を監視するようにしても良い。

【0134】さらに、各中継固定局の監視信号を時分割多重方式を用いて同一変調周波数で変調して送信し、中央固定局1-4において1台の監視信号用復調器18'で監視するようにしても良い。尚、この場合には、中継固定局2-2の監視信号用変調器36を省略し、ベースバンドのままで直接伝送も可能である。

【0135】本発明の第3、第4のシステムによれば、下り回線を無線呼出システムの呼出信号の伝送に用い、上り回線で各中継固定局2-2の監視信号を中央固定局1-3に伝送することによって、不感区域に存在する無線呼出受信機8への無線通信を、ビート雑音を回避しながら、簡単に経済的な構成で実現できると共に、各中継固定局2-2の監視をも同時に行える効果がある。

【0136】次に、本発明の第5の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第5の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項5及び請求項11に関連している。

【0137】本発明に係る第5の実施の形態である第5の光変換中継増幅システムは、上記説明した第1のシステムと第3のシステムを組み合わせた応用例であり、第1のシステムに監視信号伝送系を付加したもので、中央固定局において監視のための監視制御信号を下り無線信号に合成してから光信号に変換して光伝送し、中継固定局において電気信号に変換したもののから監視制御信号を取り出し、各部の監視を行い、監視結果である監視信号を上り信号に合成してから光信号に変換して光伝送し、中央固定局において電気信号に変換したもののから監視信号を取り出し、監視の処理を行うものなので、上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、不感区域内の携帯機の通信を可能にすると共に、中央固定局における中継固定局の監視機能も同時に行うことができるものである。

【0138】まず、本発明に係る第5の光変換中継増幅システム（第5のシステム）の構成例として、第1のシステムに適用した構成例について、図5を用いて説明する。図5は、本発明に係る第5の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、図1、図3と同様の構成をとる部分については同一の符号を付して説明する。

【0139】本発明の第5のシステムは、図1を用いて説明した第1のシステムにおいて、中央固定局1及び中継固定局2の内部構成が若干異なっている。まず、第5のシステムにおける中央固定局1-5では、第1のシステムの中央固定局1-1と同様の構成が、アンテナ11と、アンテナ共用器12と、増幅器13と、電気／光変換器14と、光／電気変換器16と、増幅器15である。

【0140】そして、上記構成に加えて、更に第5のシステムの特徴部分として、中継固定局の監視のための制御信号（監視制御信号）を作成する監視制御指示部19'と、監視制御信号を高周波変調する監視制御信号用変調器（図5ではMOD）17'と、変調された監視制御信号と移動端末基地局5からの無線信号とを合成する電力合成器20'と、上り回線の光信号を電気信号に変換し増幅した信号を分配する電力分配器20と、分配された信号から移動通信基地局への上り信号を取り出す送

信用上り帯域フィルタ 10 と、分配された信号から監視信号を取り出す監視信号用帯域フィルタ 10' と、取り出された監視信号を復調する監視信号用復調器 (図 5 では DEM) 18' と、復調された信号を監視信号として処理する監視信号処理部 19 を設けている。

【0141】ここで、第 5 のシステムの特徴部分である電力合成器 20' が請求項の第 2 の電力合成器に相当し、電力分配器 20 が請求項の第 2 の電力分配器に相当している。また、図 5 では、監視制御指示部 19' と監視信号処理部 19 を別々の構成として説明したが、監視制御指示部 19' の機能と監視信号処理部 19 の機能とは、1 つの回路で構成してもよい。

【0142】次に、第 5 のシステムにおける中継固定局 2-3 では、第 1 のシステムの中継固定局 2-1 と同様の構成が、光分岐器 21A と、光合成器 22A と、光/電気変換器 23 と、増幅器 24 と、電力分配器 25' と、下り帯域フィルタ 26 と、増幅器 27 と、中継用上り帯域フィルタ 28 と、増幅器 29 と、アンテナ共用器 30 と、アンテナ 35A と、受信用上り帯域フィルタ 31 と、増幅器 32 と、電力合成器 33' と、電気/光変換器 34 である。尚、第 5 のシステムにおいては、電力分配器 25' が 1 入力 3 出力になっている点と、電力合成器 33' が 3 入力 1 出力になっている点は、第 1 のシステムと異なっている。

【0143】そして、上記構成に加えて、更に第 5 のシステムの特徴部分として、監視制御信号を取り出すための監視制御信号用帯域フィルタ 39 と、監視制御信号を復調する監視制御信号用復調器 (図 5 では DEM) 40 と、監視制御信号に従って中継固定局内の各部の監視制御を行い、取得した各部の状況を示す信号から監視信号を作成する監視制御部 37' と、監視信号を高周波信号に変調する監視信号用変調器 (図 5 では MOD) 36 と、変調された監視信号を適当なレベルに増幅する増幅器 38 を設けている。ここで、監視制御部 37' が請求項の第 2 の監視制御部に相当している。

【0144】次に、本発明の第 5 のシステムの動作について図 5 を使って説明する。本発明の第 5 のシステムでは、移動体通信基地局 (図示せず) から発信された下り信号が、中央固定局 1-5 のアンテナ 11 で受信され、アンテナ共用器 12 を介して電力合成器 20' の一方に輸入され、一方、監視制御指示部 19' から出力された監視制御信号が監視制御信号用変調器 17' で変調されて電力合成器 20' のもう一方に輸入される。

【0145】そして、電力合成器 20' で受信信号と監視制御信号とが電力合成され、増幅器 13 で適切なレベルに増幅された後、電気/光変換器 14 でアナログ光変調されて光信号となって下り光ファイバ回線 4A へ送出される。

【0146】そして、この光信号が第 1 の中継固定局 2-3A の光分岐器 21A で分岐され、当該分岐光信号と第

2 の中継固定局 (図示せず) からの上り光信号とが光合成器 22A で合成され、光/電気変換器 23 によって電気信号に変換され、増幅器 24 で必要に応じて増幅された後、電力分配器 25 で 3 つに分配される。

【0147】3 つに分配された内の 1 つは、監視制御信号用帯域フィルタ 39 で監視制御信号の周波数のみを取り出されて、監視制御信号用復調器 40 で監視制御信号が復調され、監視制御部 37' に出力されて、中継固定局内の監視制御に用いられる。

【0148】尚、電力分配器 25 で 3 つに分配されたうちの残りである、無線通信基地局からの下りの無線信号及び第 2 の中継固定局からの上りの無線信号は、第 1 のシステムと同様に処理される。

【0149】そして、監視制御部 37' の制御によって中継固定局 2-3 内の各部の状況が監視され、中央固定局 1-5 に送信する監視信号が作成され、監視信号は、監視信号用変調器 36 で高周波信号に変調され、増幅器 38 で増幅されて、電力合成器 33' の 1 つの入力となる。

【0150】一方、第 1 のシステムと同様の動作で携帯機 (図示せず) からの上りの無線信号と、第 2 の中継固定局からの上りの無線信号とが電力合成器 33' の残り 2 つの入力となって、3 つが電力合成されて、この合成出力が電気/光変換器 34 でアナログ光信号に変調されて、上り光ファイバ回線 4B に送出される。

【0151】中央固定局 1-5 においては、上り光ファイバ回線 4B からの上りのアナログ光信号が光/電気変換器 16 によって高周波信号に復調され、必要に応じて増幅器 15 で適切なレベルに増幅された後、電力分配器 20 で 2 つに分配し、一方は、送信用上り帯域フィルタ 10 で移動通信基地局への上り信号だけを取り出し、アンテナ共用器 12 を介してアンテナ 11 から空間へ放射され、移動体通信基地局 (図示せず) に送信されるようになっている。

【0152】そして、電力分配器 20 で 2 つに分配されたもう一方は、監視信号用帯域フィルタ 10' で監視信号だけを取り出し、監視信号用復調器 18' によって監視信号を復調し、監視信号処理部 19 によって必要な監視処理が行われるようになっている。

【0153】次に、本発明の第 6 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第 6 の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項 6 及び請求項 12 に関連している。

【0154】本発明に係る第 6 の実施の形態である第 6 の光変換中継増幅システムは、上記説明した第 2 のシステムと第 5 のシステムを組み合わせた応用例であり、中央固定局を上位回線網 (公衆回線網) に直結する形の構成であり、中央固定局において、監視制御信号と公衆回線網から受信した信号を変調した高周波信号とを合成してから光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力するもので、上り信号における光信号合成に起因して発生す

るビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、上位回線網と不感区域内の携帯電話機との無線通信を可能にすると共に、中央固定局における中継固定局の監視機能も同時に実現できるものである。

【0155】まず、本発明に係る第6の光変換中継増幅システム（第6のシステム）の構成例として、第2、5のシステムを応用した構成例について、図6を用いて説明する。図6は、本発明に係る第6の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、図2、図5と同様の構成をとる部分については同一の符号を付して説明する。また、中継固定局2-3の構成は上記第5のシステムと全く同様であるので、内部の詳細は図示しない。

【0156】本発明に係る第6の光変換増幅中継システム（第6のシステム）は、中継固定局2-3の構成及び動作は上記第5のシステムと全く同様であり、中央固定局1-6の構成が第3のシステムと若干異なっている。

【0157】第6のシステムの中央固定局1-6は、第5のシステムと同様の構成部分として、監視制御信号を作成する監視制御指示部19'と、監視制御信号を高周波変調する監視制御信号用変調器（図6ではMOD）17'と、変調された監視制御信号と上位回線網7からの信号とを合成する電力合成器20'と、合成信号を増幅する増幅器13と、合成信号を光信号に変換する電気／光変換器14と、上り回線の光信号を電気信号に変換する光／電気変換器16と、電気信号を増幅する増幅器15と、増幅した信号を分配する電力分配器20と、分配された信号から上位回線網への上り信号を取り出す送信用上り帯域フィルタ10と、分配された信号から監視信号を取り出す監視信号用帯域フィルタ10'と、取り出された監視信号を復調する監視信号用復調器（図6ではDEM）18'と、復調された信号を監視信号として処理する監視信号処理部19とから構成され、更に第6のシステムの特徴部分として、上位回線網7からの下り信号を高周波信号に変調する高周波変調器（図6ではMOD）17と、上位回線網7への上り信号の高周波電気信号を復調する高周波復調器（図6ではDEM）18とを設けている。

【0158】つまり、下り回線として、上位回線網7からの信号を受け取って、中央固定局1-6の高周波変調器17で高周波信号に変調してから第5のシステムと同様の動作を行うようになっている。また、上り回線の動作は、第3のシステムと同様に電力分配器20で分配され、送信用上り帯域フィルタ10で帯域制限された高周波信号を、高周波復調器18で復調して上位回線網7に送信するようになっている。

【0159】尚、第5、第6のシステムについて、上記実施の形態では、下り回線に監視のための制御信号を重畳し、上り回線に監視信号を重畳する例を示したが、第3、第4のシステムと同様に監視の制御内容は固定とし

て、上り回線に監視信号を重畳するだけの構成であっても構わない。

【0160】また、第3、第4のシステムで説明したように、各中継固定局における監視信号の変調周波数を変えておいて、中央固定局1-5、1-6の監視信号用帯域フィルタ10'の通過周波数及び監視信号用復調器18'の同調周波数を変更することで、任意の中継固定局の状態を知るようにしても良いし、各中継固定局の監視信号の変調周波数に同調した複数の監視信号用帯域フィルタ10'及び監視信号用復調器18'を設けて、同時に全てのの中継固定局の状態を監視するようにしても良い。

【0161】さらに、各中継固定局の監視信号を時分割多重方式を用いて同一変調周波数で変調して送信し、中央固定局1-5、1-6において1台の監視信号用復調器18'で監視するようにしても良い。尚、この場合には、中継固定局2-3の監視信号用変調器36を省略し、ベースバンドのままで直接伝送も可能である。

【0162】本発明の第5、第6のシステムによれば、下り回線で監視制御信号と下り信号とを合成して光伝送することによって、中央固定局1-6から中継固定局2-3における監視の制御を行い、上り回線で上り信号に各中継固定局2-3の監視信号を合成して光伝送して中央固定局1-6に監視信号を伝送することによって、不感区域内に存在する携帯電話機との無線通信を、ビート雑音を回避しながら、簡単に経済的な構成で実現できると共に、各中継固定局2-3の監視をも同時に行える効果がある。

【0163】次に、本発明に係る第7の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。尚、第7の実施の形態に係る光変換中継増幅システムは、特許請求の範囲の請求項13に関連している。本発明に係る第7の実施の形態である第7の光変換中継増幅システムは、上記説明した第1～第6のシステムの応用例であり、各中継固定局において、アンテナの変わりに漏洩同軸ケーブルを用いる構成であり、線状に伸びる不感区域内の携帯機（携帯電話機及び無線呼出受信機等）と移動通信基地局及び公衆回線網との通信を可能にし、且つ上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成を実現できるものである。

【0164】本発明に係る第7の光変換中継増幅システム（第7のシステム）の構成例について、第1のシステムを応用した例で、図7を用いて説明する。図7は、本発明に係る第7の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。尚、図1と同様の構成をとる部分については同一の符号を付して説明する。

【0165】本発明に係る第7の光変換中継増幅システム（第7のシステム）の概略構成及び中央固定局1-1の内部は、第1のシステムと全く同様であるが、中継固定局2-4A、2-4B、…の内部構成が第1のシステムとは若干異なっている。具体的に本発明の第7のシステムは、中継固定局2-4A、2-4B、…において、アンテナ

35の代わりに漏洩同軸ケーブル6A, 6B, …を設けた点が、第1のシステムと異なる点であり、その他は全く同様である。

【0166】また、第2～第6のシステムにおいても、アンテナ35又はアンテナ35'の代わりに漏洩同軸ケーブル6A, 6B, …を設けることによって同様に実現可能である。

【0167】本発明の第7のシステムにおいても、第1～第6のシステムと同様に、ビート雑音を回避しながら、経済的なシステム構成を実現できる効果があり、特に線状に伸びる不感区域内をサービスエリアとして携帯電話機及び無線呼出受信機と移動通信基地局及び上位回線網との通信を可能にするものである。

【0168】また、本実施の形態においては、下り回線の光伝送路構成として中継固定局近傍で1対2分岐する多分岐型で説明したが、本発明の通用範囲はこれにとどまらず、中央固定局の電気光変換器6の出力をスターカプラによって分配する、スター型伝送路、あるいはスター型と多分岐型の組み合わせ等にも適用できる。

【0169】本発明の実施の形態の光変換中継増幅システムによれば、中継固定局で下り光信号を分岐し、下段の中継固定局から上り光ファイバで伝送された上り信号と光合成し、合成された光信号を電気信号に変換し、当該電気信号中の下り信号成分は、アンテナ等から携帯機等に向けて送出し、当該電気信号中の上り信号成分は、携帯機等から送信された上り信号と電力合成した後に、光信号に変換して上り光ファイバで伝送し、中央固定局で再び電気信号に変換して、上り無線信号として送信するものなので、上り信号における光信号合成に起因して発生するビート雑音を回避し、経済的なシステム構成の実現により、不感区域内の携帯機等と移動通信基地局又は上位回線網との通信を可能にできる効果がある。

【0170】

【発明の効果】請求項1, 7記載の発明によれば、中央固定局が、基地局から受信した無線信号を光信号に変換して下り光ファイバ回線に出力し、中継固定局が、下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐して上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号の内の下り電気信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、変換した電気信号の内の上り電気信号と携帯電話機から受信した無線信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、中央固定局が、上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して基地局に送信する光変換中継増幅システムとしているので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と基地局との通信を中継できる効果がある。

【0171】請求項2, 8記載の発明によれば、中央固定局が、公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変

調した後に光信号に変換して下り光ファイバ回線に出力し、中継固定局が、下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐して上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号の内の下り電気信号を携帯電話機に向けて無線送信すると共に、変換した電気信号の内の上り電気信号と携帯電話機から受信した無線信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、中央固定局が、上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換し、復調して公衆回線網に送信する光変換中継増幅システムとしているので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、不感区域に在る携帯電話機と公衆回線網との通信を中継できる効果がある。

【0172】請求項3, 9記載の発明によれば、中央固定局が、基地局から受信した無線信号を光信号に変換して下り光ファイバ回線に出力し、中継固定局が、下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐して上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号の内の下り電気信号を無線呼出受信機に向けて無線送信すると共に、変換した電気信号の内の上り電気信号と監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、中央固定局が、上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して監視信号を取得する光変換中継増幅システムとしているので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、基地局から不感区域に在る無線呼出受信機への呼出を中継すると共に、中継固定局における監視信号を中央固定局に中継送信できる効果がある。

【0173】請求項4, 10記載の発明によれば、中央固定局が、公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調した後に、光信号に変換して下り光ファイバ回線に出力し、中継固定局が、下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐して上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号の内の下り電気信号を無線呼出受信機に向けて無線送信すると共に、変換した電気信号の内の上り電気信号と監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、中央固定局が、上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して監視信号を取得する光変換中継増幅システムとしているので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、公衆回線網から不感区域に在る無線呼出受信機への呼出を中継すると共に、中継固定局における監視信号を中央固定局に中継送信できる効果がある。

【0174】請求項5, 11記載の発明によれば、中央固定局が、監視制御信号と基地局から受信した無線信号とを合成した電気信号を光信号に変換して下り光ファイバ回線に出力し、中継固定局が、下り光ファイバ回線か



ら下り光信号を分岐して上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号の内、下り電気信号を携帯電話機向けの信号と監視制御信号とに分離し、分離した携帯電話機向けの信号を携帯電話機に向けて無線送信し、分離した監視制御信号を監視制御部に出力すると共に、変換した電気信号の内の上り電気信号と携帯電話機から受信した無線信号と監視制御部からの監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、中央固定局が、上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して、基地局向けの信号と監視信号とを分離し、基地局向けの信号を基地局に送信すると共に、監視信号を取得する光変換中継増幅システムとして

10 いるので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、基地局と不感区域に在る携帯電話機との通信を中継すると共に、中央固定局と中継固定局との間の監視制御信号及び監視信号の通信を中継できる効果がある。

【0175】請求項6、12記載の発明によれば、中央固定局が、監視制御信号と公衆回線網から受信した信号を高周波信号に変調した電気信号とを合成し光信号に変換して下り光ファイバ回線に出力し、中継固定局が、下り光ファイバ回線から下り光信号を分岐して上り光ファイバ回線に合成し、合成した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号の内、下り電気信号を携帯電話機向けの信号と監視制御信号とに分離し、分離した携帯電話機向けの信号を携帯電話機に向けて無線送信し、分離した監視制御信号を監視制御部に出力すると共に、変換した電気信号の内の上り電気信号と携帯電話機から受信した無線信号と監視制御部からの監視信号とを合成し、合成した電気信号を光信号に変換して上り光ファイバ回線に出力し、中央固定局が、上り光ファイバ回線から入力される光信号を高周波の電気信号に変換して、公衆回線網向けの信号と監視信号とを分離し、公衆回線網向けの信号を復調して公衆回線網に送信すると共に、監視信号を取得する光変換中継増幅システムとして

20 30 40 いるので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、公衆回線網と不感区域に在る携帯電話機との通信を中継すると共に、中央固定局と中継固定局との間の監視制御信号及び監視信号の通信を中継できる効果がある。

【0176】請求項13記載の発明によれば、中継固定局のアンテナを漏洩同軸ケーブルとした請求項7又は請求項8又は請求項9又は請求項10又は請求項11又は請求項12記載の光変換中継増幅システムとして

50 いるので、上り回線におけるビート雑音を回避し、かつ経済的な構成で、線状に伸びる不感区域内をサービスエリアとして携帯電話機及び無線呼出受信機と移動通信基地局及び上位回線網との通信を中継できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る第2の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

【図3】本発明に係る第3の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

【図4】本発明に係る第4の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

【図5】本発明に係る第5の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

【図6】本発明に係る第6の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

【図7】本発明に係る第7の光変換中継増幅システムの一構成例を示すブロック図である。

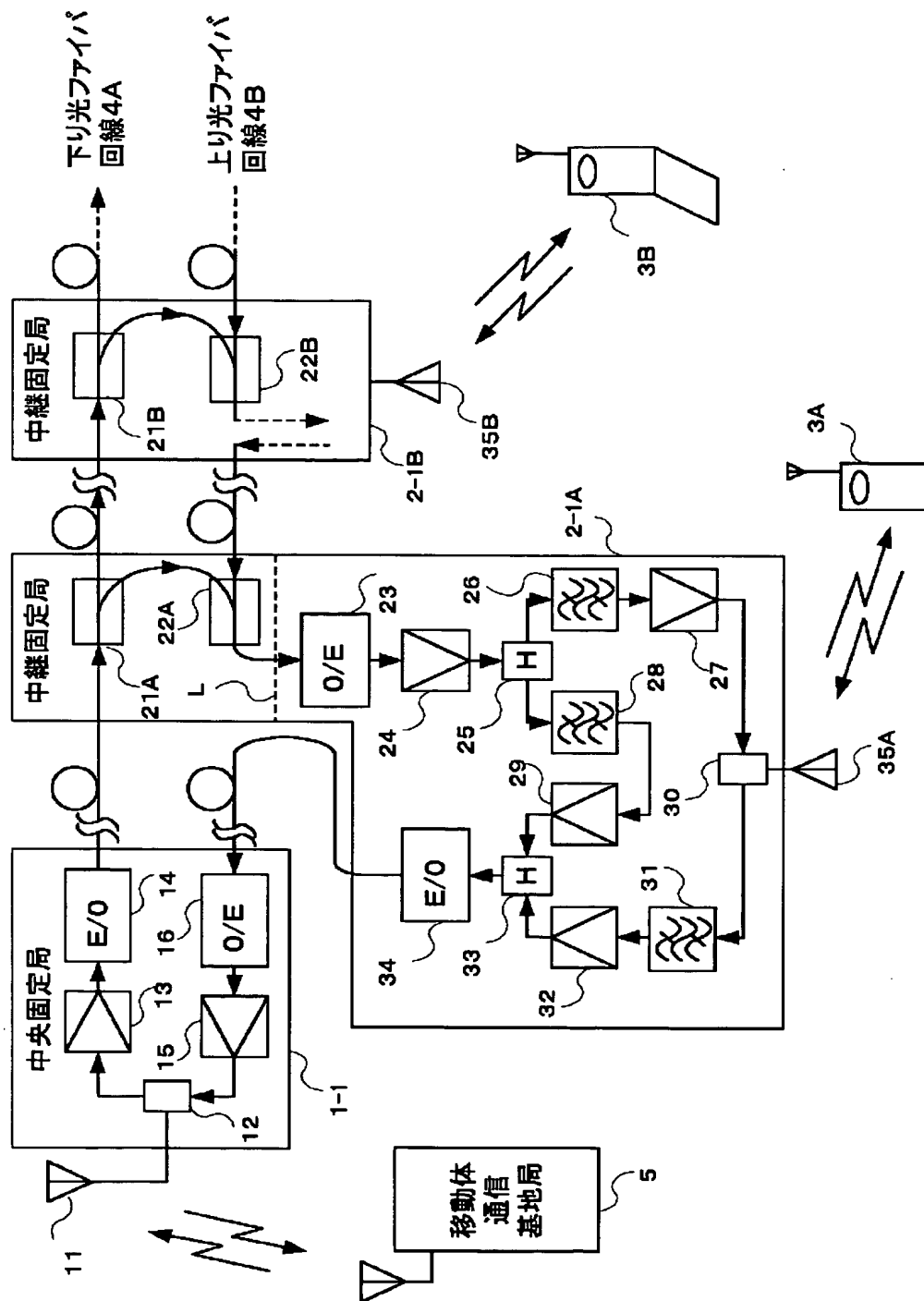
【図8】従来の光変換中継増幅システム及びそれを用いた光ネットワークの構成図である。

【符号の説明】

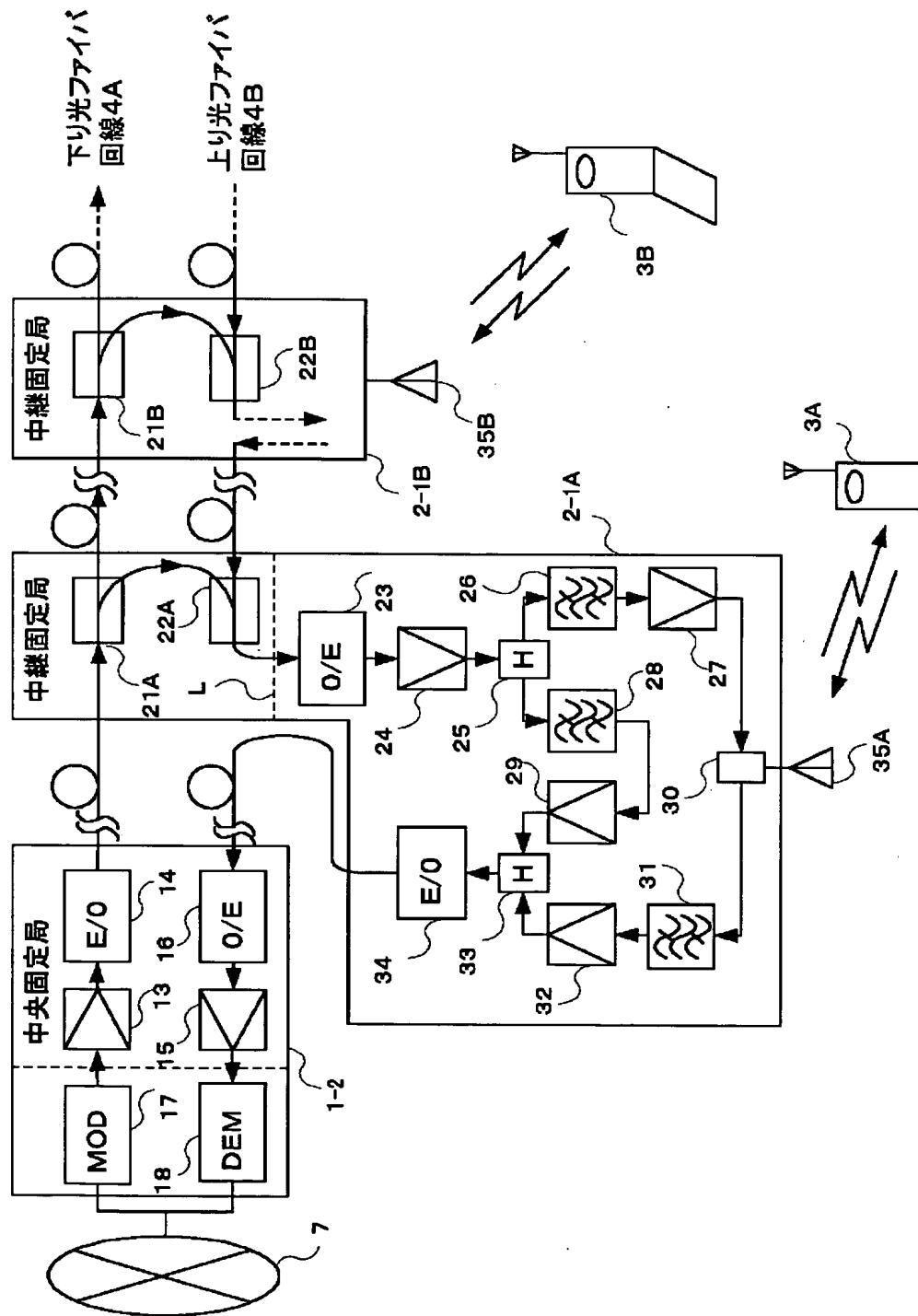
1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6…中央固定局、  
2-1A, 2-1B, 2-2A, 2-2B, 2-3A, 2-3B, 2-4A, 2-4B…中継固定局、 3A, 3B…携帯機（携帯電話機）、 4A…下り光ファイバ回線、 4B…上り光ファイバ回線、 5…移動体通信基地局、 6A, 6B…漏洩同軸ケーブル、 7…上位回線網、 8A, 8B…無線呼出受信機、 10…送信用上り帯域フィルタ、 10'…監視信号用帯域フィルタ、 11, 11'…アンテナ、 12…アンテナ共用器、 13…増幅器、 14…電気／光変換器、 15…増幅器、 16…光／電気変換器、 17…高周波変調器、 17'…監視制御信号用変調器、 18…高周波復調器、 18'…監視信号用復調器、 19…監視信号処理部、 19'…監視制御指示部、 20…電力分配器、 20'…電力合成器、 21A, 21B…光分岐器、 22A, 22B…光合成器、 23…光／電気変換器、 24…増幅器、 25, 25'…電力分配器、 26…下り帯域フィルタ、 27…増幅器、 28…中継用上り帯域フィルタ、 29…増幅器、 30…アンテナ共用器、 31…受信用上り帯域フィルタ、 32…増幅器、 33, 33'…電力合成器、 34…電気／光変換器、 35A, 35B, 35'A, 35'B…アンテナ、 36…監視信号用変調器、 37, 37'…監視制御部、 38…増幅器、 39…監視制御信号用帯域フィルタ、 40…監視制御信号用復調器、 100…中央局、 102A, 102B, 102C…無線基地局、 103…移動端末、 104A…下り光ファイバ回線、 104B…上り光ファイバ回線、 121B…光分波器、 122B…合波器、 123B…光受信器、 124B…増幅器、 125B…光受信器、 132B…増幅器、 134B…光送信器、 135B, 136B…アンテナ



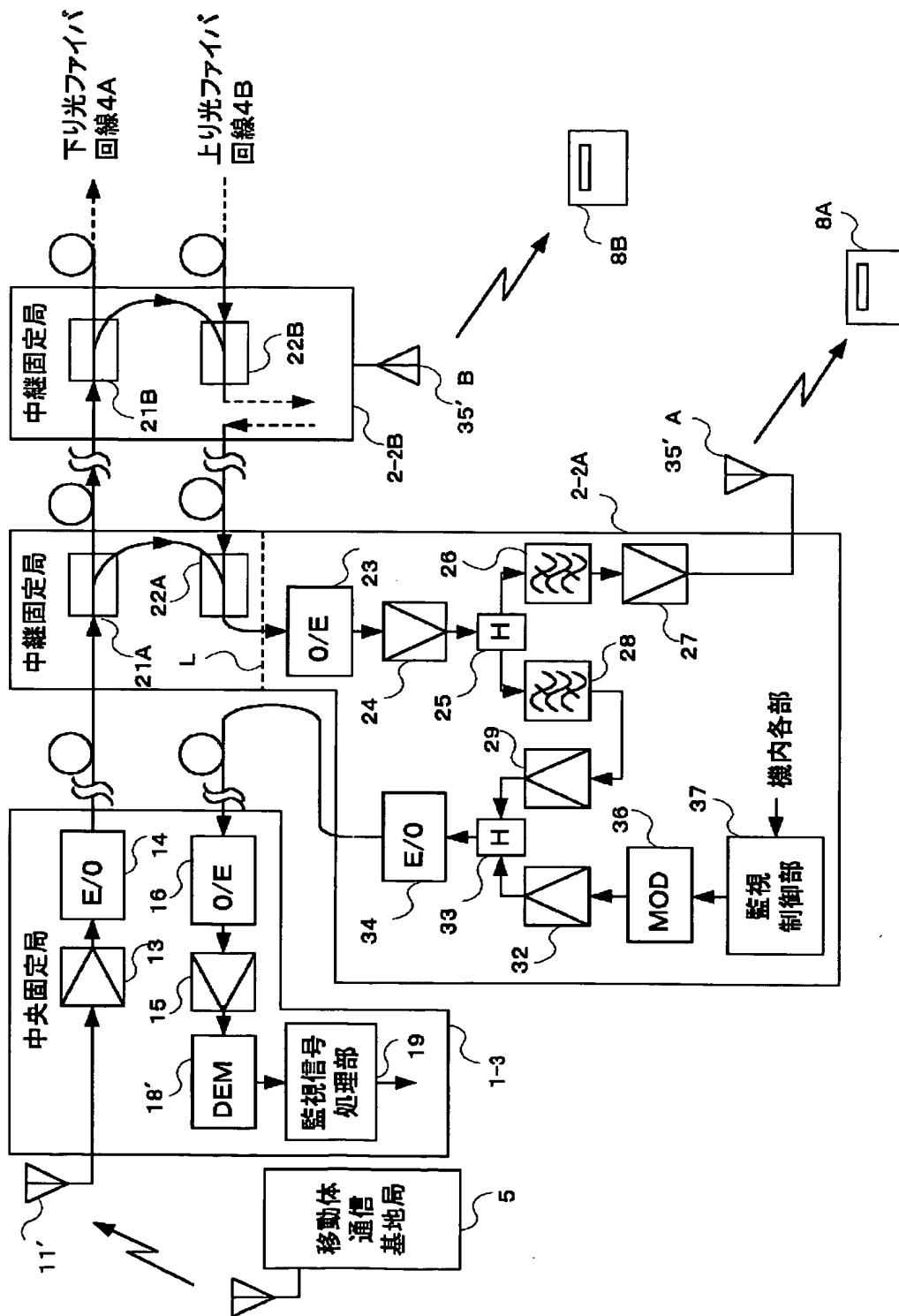
【図 1】



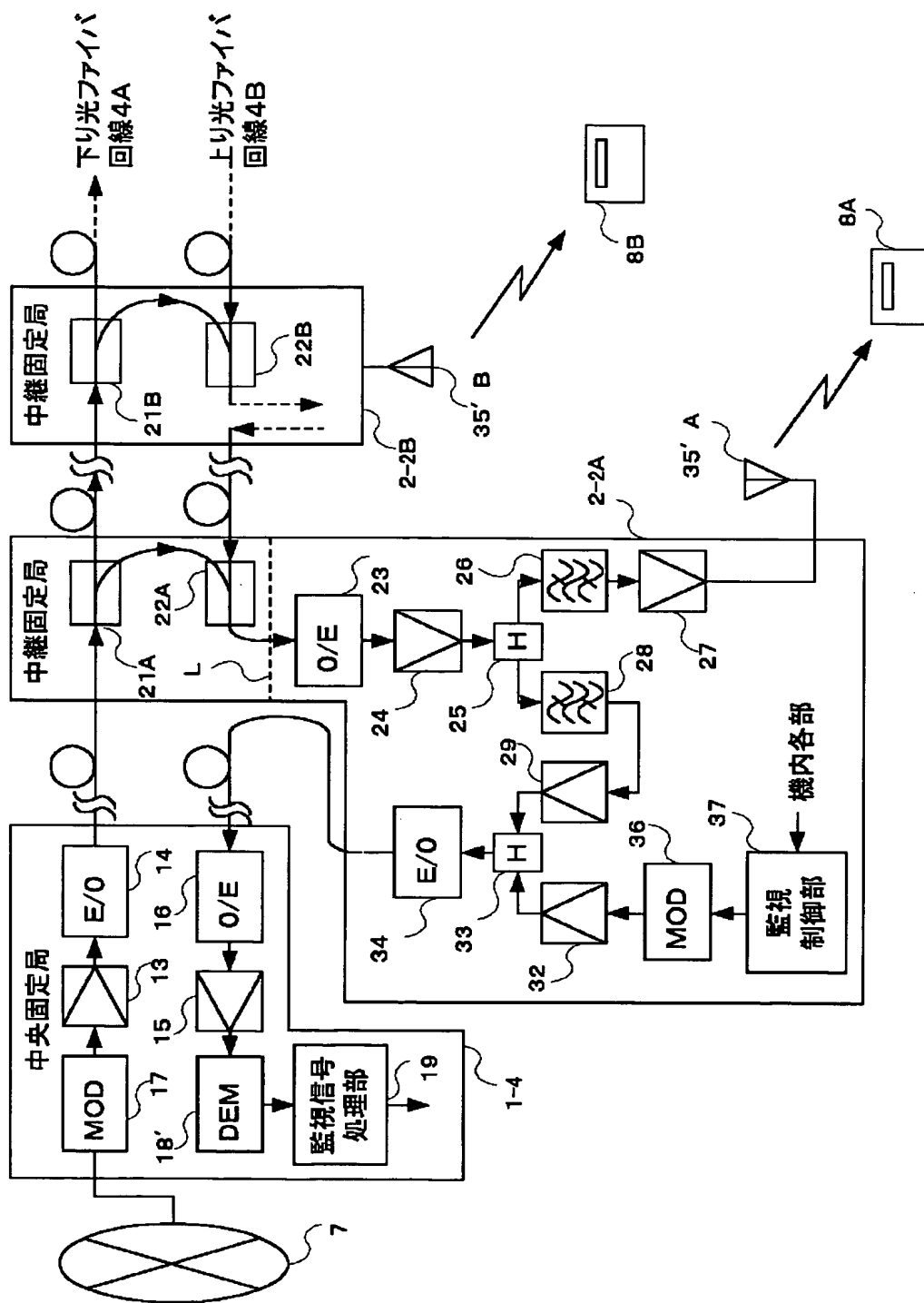
【図 2】



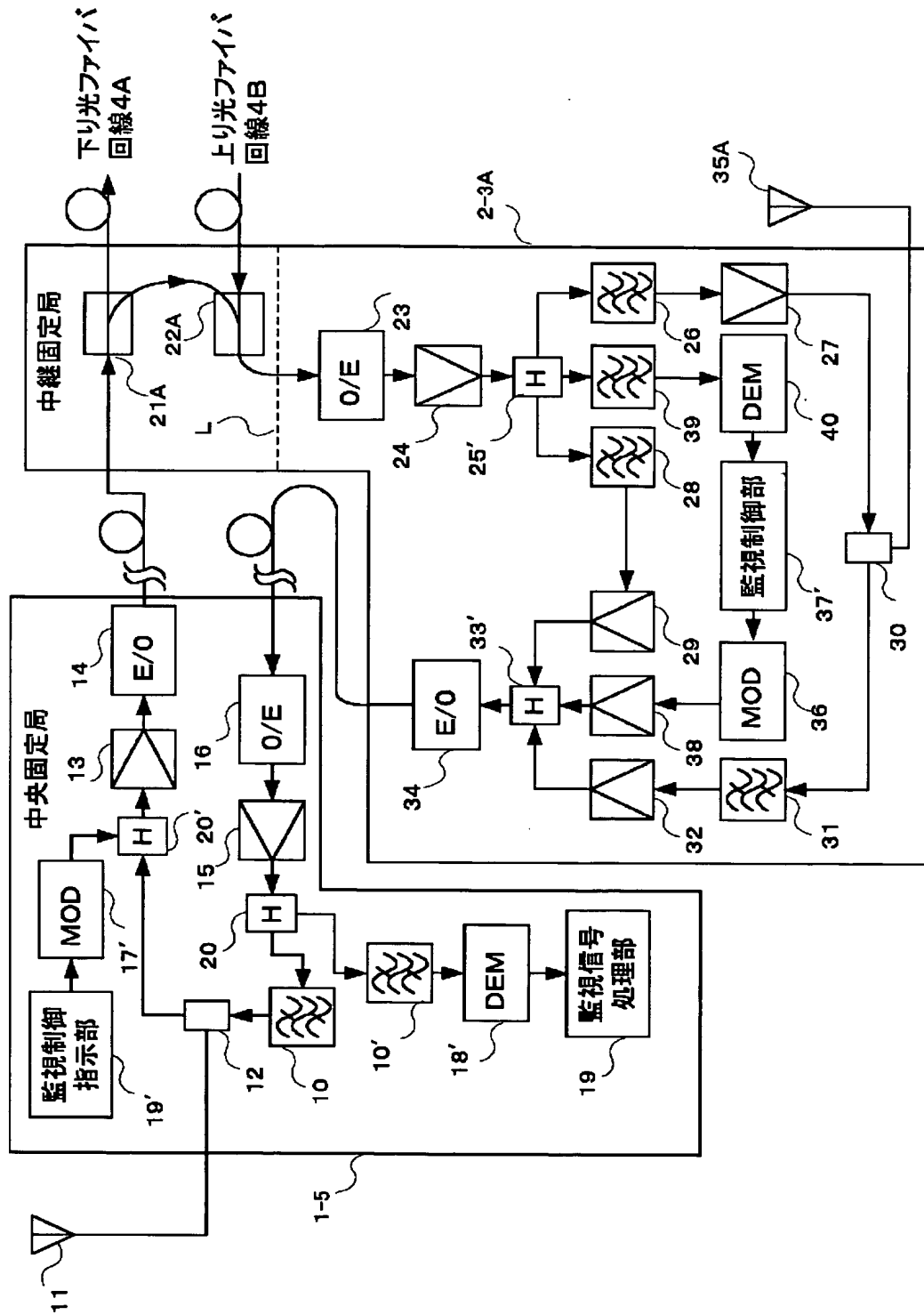
【図 3】



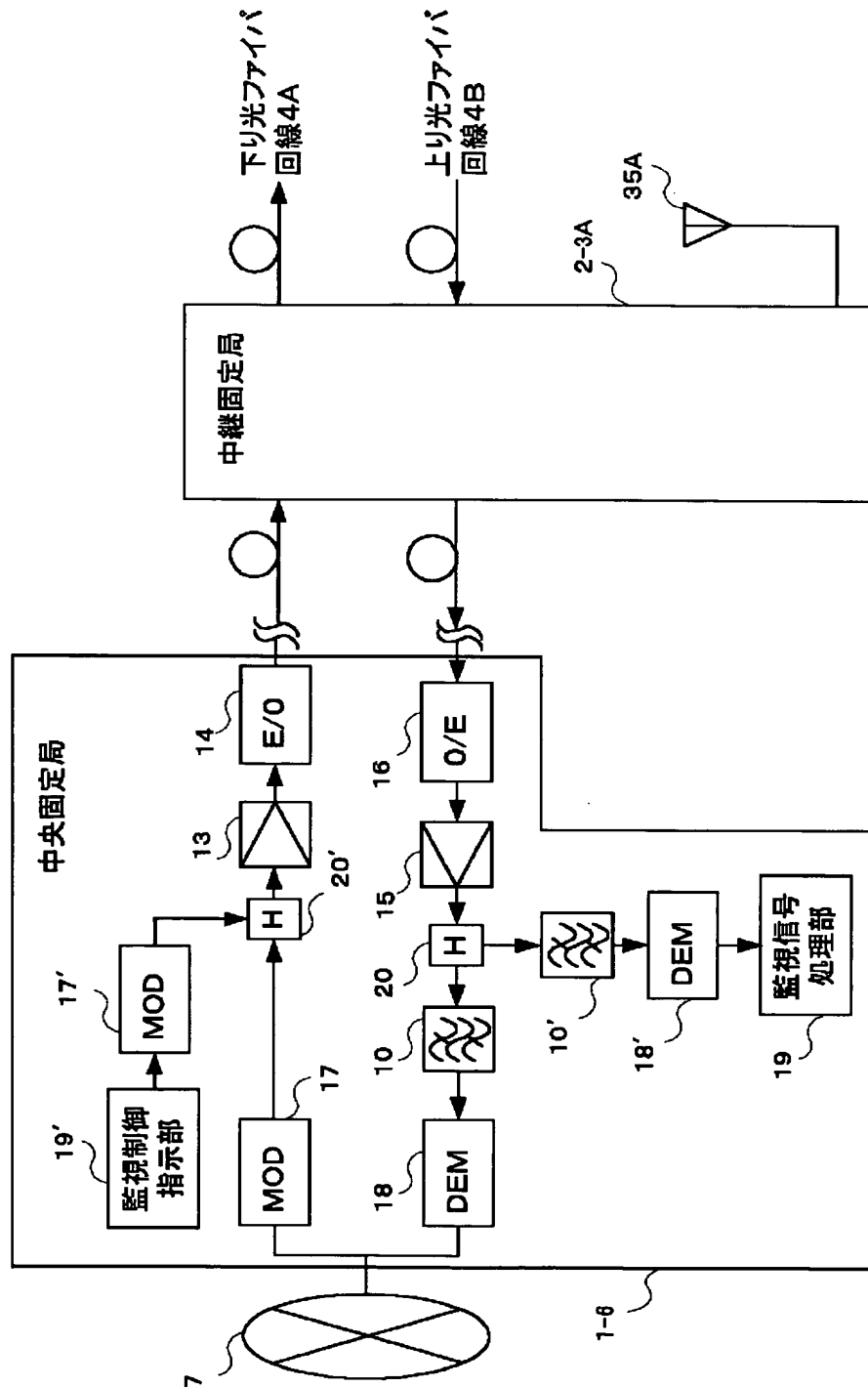
【図 4】



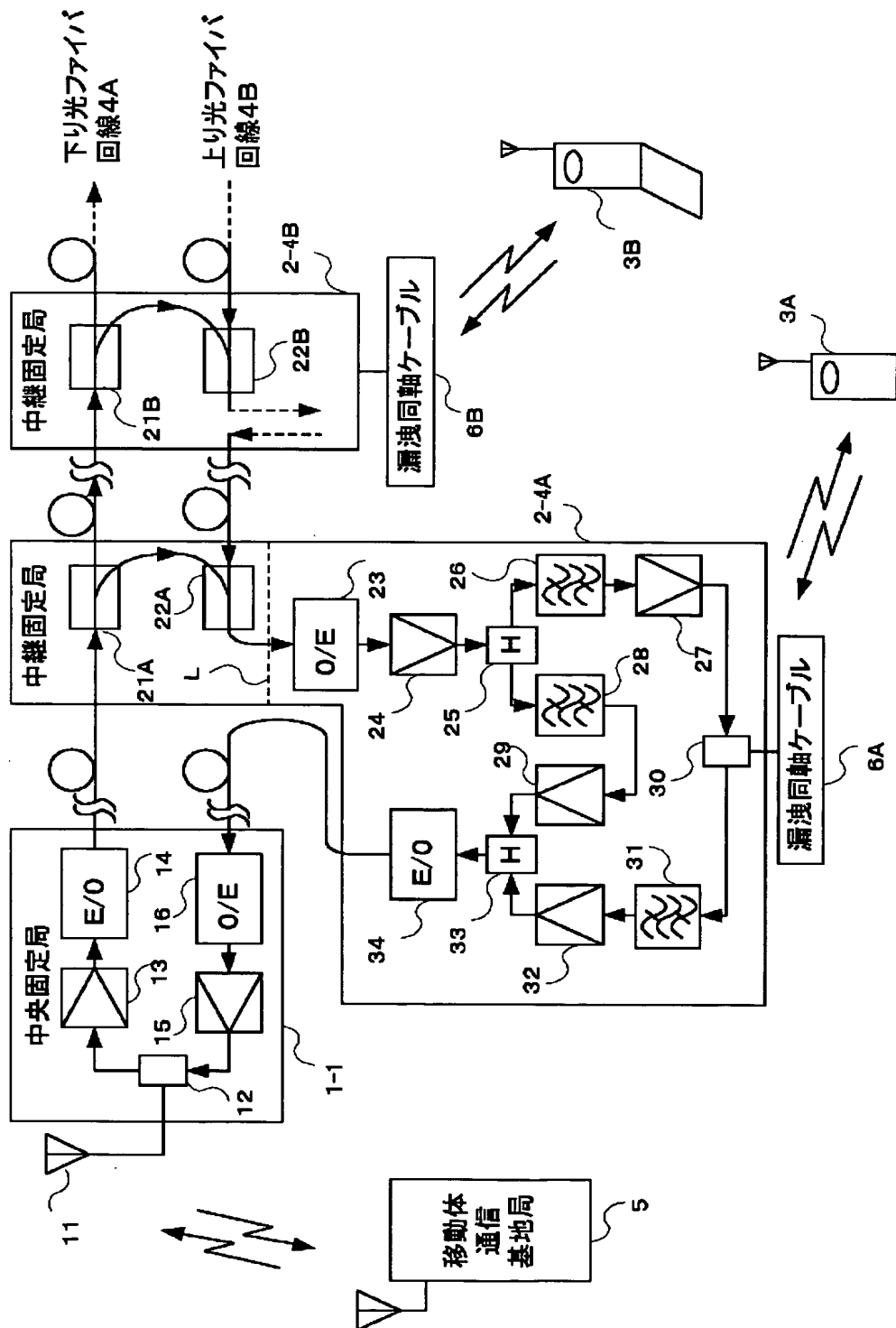
【図 5】



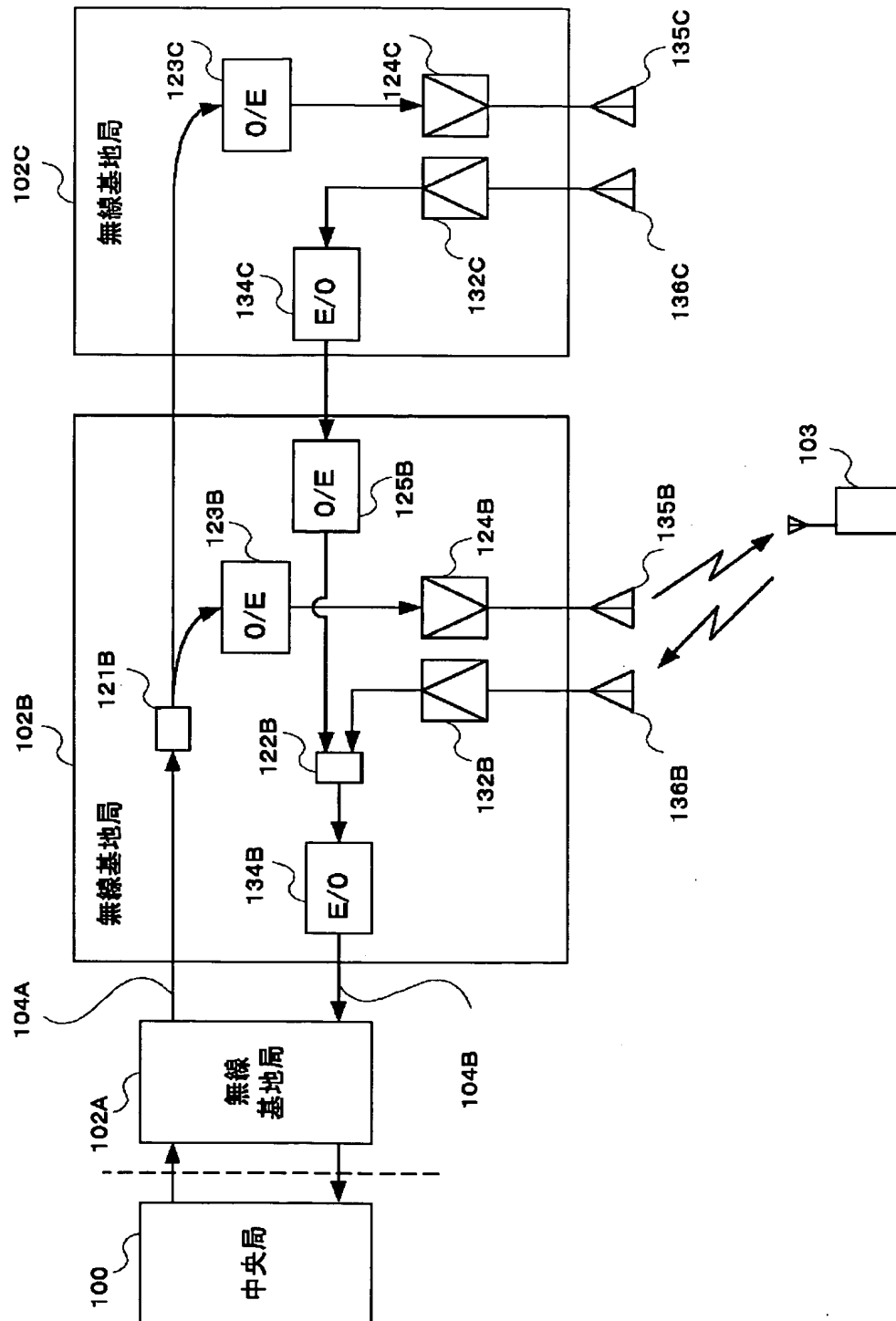
【図 6】



【図 7】



【図 8】





フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 Q 7/26

7/30